Aus der konservierenden Abteilung (Referent: Professor Dr. Münch)
des zahnärztlichen Instituts: Direktor Professor Dr. Wustrow.

Histologische Untersuchung (Studien) des Zahnschmelzes unter Berücksichtigung der Milchzähne und besonderer Fälle

Inaugural-Dissertation
verfasst und der
Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt

von

J. Sachs
Zahnarzt in Arnstein Ufr.

W ü r z b u r g 1 9 3 3

A. Echinger's Buchdruckerei, Inhaber Matth. Sturm, Arnstein Ufr.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0055

Referent: Professor Dr. J. Münch

Literaturverzeichnis

Albu: Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten, VI. Band, Heft 1/2.

Eidmann: Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen.

Kantorowicz: Handbuch der Zahnheilkunde, II. Band.

Meyer, W.: Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen.

Misch: Fortschritte der Zahnheilkunde, VI. Band 1930.

Münch: J.: Klinik der konservierenden Zahnheilkunde.

Rohrer: Innere Medezin und Zahnheilkunde.

Tholuck: Die Behandlung der Milchzähne

Walkhoff: Die Erdsalze in ihrer Bedeutung für die Zahnkaries.

„ Das Problem der dentalen Fokalinfektion.

„ Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.

„ Die Vitamine in ihrer Bedeutung für die Entwicklung, Struktur und Wiederstandsfähigkeit der Zähne.

Weber: Phatologische Histologie der Mundhöhle.

Wetzel: Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte.

Zahnärztliche Rundschau 1930/32.

Soweit andere Autoren in dieser Studie genannt sind, sind diese in genannter Literatur enthalten oder mir aus den Vorlesungen meiner Studienzeit bekannt.

Mens sana in corpore sano!

So wahr und so alt, vorgenanntes Sprichwort ist und so oft es auch ausgesprochen wird, so wenig wird dabei von den wenigsten Menschen daran gedacht, seinen tiefen Sinn nach persönlichen Kräften in die Tat umzusetzen, nach geeigneten Mitteln zu trachten, wie Gesundheit erlangt, vorhandene erhalten werden kann. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Zähne. Die Einsicht, daß ein gesundes Gebiß für einen gesunden Körper Voraussetzung ist, ist (seit 1914) wohl gewachsen in allen Kreisen, aber noch lange nicht Allgemeingut geworden. Ein großer Teil Menschen kümmert sich auch heute noch nicht um richtige Zahn- und Mundpflege, obwohl der Mund als Eingangspforte zum menschlichen Organismus wohl der sorgfältigsten Behandlung wert ist. Nicht was vom Menschen ausgeht, sondern was, und zwar vor allem wie es zum Menschen eingeht, ist die Grundlage für einen gesunden menschlichen Organismus. Für das „Wie" aber ist entscheidend das vorhandene Zahnsystem. Dieses bedeutet einen Staat im Staate des menschlichen Organismus. Ganz verwunderlich ist es nicht, wenn trotz dieses Wunderbaren um das Zahngebilde noch so viele achtlos oder wenig bekümmert dahinschreiten. Macht doch dieses eines der schönsten und kompliziertesten Werke der Schöpfung der Wissenschaft selbst noch viel Kopfzerbrechen; sehr Vieles liegt in dieser Beziehung noch im Dunkeln. So mancher Mißerfolg ist daher auch noch zu verzeichnen, woraus bedauerlicherweise von einem Großteil der Menschen der verkehrte Schluß gezogen wird, einen ihrer wichtigsten Bestandteile, ihr Kauorgan sich selbst zu überlassen. Die unverständlichsten Äußerungen kann man nach dieser Richtung noch in den Kreisen ländlicher Bevölkerung vernehmen. Würde nicht ein Großteil dieser Menschen von überwältigenden Schmerzen gepeinigt und so an ihre wichtigsten, somit kostbarsten Bestandteile erinnert, er würde nie daran denken, etwas für die Erhaltung dieser Kleinodien zu tun. Geradezu erschreckende Bilder kann der Zahnarzt insbesondere auf dem Lande noch erleben, Bilder der Verwahrlosung, daß der Anblick einen nahezu vor einer Behandlung zurückschreckt. Das Innere des Mundes gleicht eher manchmal noch einer Fäulnisgrube als einem Kleinodienschrein, wozu er in seinem Zahnsystem von Natur prädestiniert ist. Derartige Zustände sind verwunderlich in einer so aufgeklärten Zeit, von der man erwarten müßte, daß

jeder Mensch erkennen oder wissen sollte, daß das ganze Zahnsystem wie seine einzelnen Glieder für ein geordnetes Zusammenspiel der verschiedenen menschlichen Organe zur Sicherung der Lebensvorgänge mindest ebenso wichtig ist, wie jedes andere Körpergewebe.

Freilich sind der zu beachtenden Momente, der Einflüsse der Zerstörung zu viele, um auch heute noch, wenn überhaupt, rechtzeitig vom Durchschnittsmenschen erkannt zu werden. Dies gilt schon vom Zahn und Zahnsystem als fertiges Gebilde, viel mehr aber noch von diesem im Werdegang, im Aufbau. Folglich ist erforderlich, den Zahn in seinen Bestandteilen kennen zu lernen. Wie für alle Gebilde berührt uns am menschlichen Organismus in seiner Gesamtheit und seinen einzelnen Teilen die Frage: Woher? Warum?, also: Sind die Eigenschaften (— gute oder schlechte —) ererbt (hereditär), liegen sie im Wesen (Konstitution) begründet, werden sie von der Ernährung beeinflußt, wirkt das eine oder andere Moment? Bevor nun hier die Würdigung des fertigen Zahngebildes oder Teile desselben erfolgen kann, muß ein kurzer Abriß der Entstehung gegeben werden.

Der Grundstock zum Zahnsystem ist, wie für den menschlichen Organismus überhaupt, gegeben mit der Befruchtung, d. h. mit der Vereinigung des männlichen Samenfadens mit dem Ei. — Auf die allgemeine Embryologie soll hier nicht mehr eingegangen werden; sie mag als bekannt vorausgesetzt sein; was für den Zahn (das Zahnsystem) interessiert, wird angeführt; hier sei herausgegriffen, daß die Chromosomen als die Träger der elterlichen Eigenschaften beider Geschlechter gelten und diese vererben. —

Nach der Befruchtung erfolgt das Furchungsstadium, abschließend mit der Morula, auf diese folgen die Stadien der Blastula und Gastrula. Gastrula ist das Einstülpungsstadium, wodurch wir die Urdarmhöhle vor uns zu sehen erhalten. Mit der Weiterentwicklung entstehen — ebenfalls bekannt — die drei Keimblätter: Ektoderm, Mesoderm, Entoderm.

Die drei Keimblätter liefern die einzelnen Organe:

Ektoderm die äußere Umkleidung (Haut mit ihren Drüsen), gesamtes Nervensystem und die meisten Sinnesorgane.

Mesoderm die innere Leibesauskleidung, Muskulatur, Skelett, ferner die Herzwände, usf.

Entoderm das Epithel des Darmkanals mit seinen Drüsen, usf., jedoch n i c h t die Teile des v o r d e r e n Darmendes, der M u n d b u c h t, die aus dem Ektoderm hervorgeht. Letztere (Mundbucht), als für unser Zahnsystem erforderlich, sei etwas eingehender erörtert.

Die Mundbucht (vorderer Teil des Darmrohres) bezeichnet die Entwicklungsgeschichte als Kopfdarm, während der Schlunddarm (der vorderste = oberste Teil des Urdarms) von Entoderm gebildet wird. Diese Mundbucht entsteht durch die Einsenkung des Ektoderms am vorderen Teile (Kopfende) des Embryos dem Schlunddarm entgegen, so daß in der Gegend des späteren Gaumensegels eine Scheidewand zwischen beiden gebildet wird. Durch allmähliches Reißen dieser Scheidewand (Rachenhaut genannt) vereinigt sich die Mundbucht mit dem Schlunddarm.

Diese primitive Mundhöhle, die mit der Vereinigung des Mundbucht-Ektoderms mit dem Schlunddarm-Entoderm gegeben ist, wird von fünf wulstartigen Fortsätzen begrenzt: zwei paarigen, einem unpaarigen. Letztere Stirnwulst (Stirnfortsatz) ist der größte. An diesen schließen als Seitenwände die Oberkieferfortsätze an, während die Unterkieferfortsätze den Mundboden bilden. Hier sind noch zu erwähnen, eine Furche zwischen Stirne und Oberkieferfortsatz: die Tränenrinne (später Tränenkanal) und die Riechfelder, die schlauchartig mit der Schädelweiterentwicklung in die Tiefe der primitiven Mundhöhle wachsen und allmählich mit dem von vorne nach rückwärts fortschreitenden Oberkieferknochen überdeckt werdend die Nasenhöhle (Choane) bilden. — Einzelheiten über die Weiterbildung dieser einzelnen Teile können hier nicht Platz finden, des Zusammenhangs wegen war nur darauf hinzuweisen. —

An den Oberkieferfortsätzen entstehen innen jederseits zwei faltenartige Vorsprünge: Processi palatini, desgleichen an der Innenseite die Processi globulares (— wie die unteren = äußeren Teile der mittleren Nasenfortsätze genannt werden —). Am Oberkiefer bestehen somit vier Fortsätze, die einander entgegenwachsen und gegen die Mittellinie und gegen das untere Ende der Nasenscheidewand nach hinten fortschreiten. Diese Verschmelzung erfolgt somit von vorne nach hinten, manchmal unvollständig, so daß Spalten bleiben (Lippenspalte, Gaumenspalten), die je nach Art verschiedene Bezeichnung haben (Hasenscharte, Wolfsrachen). Mit der Entwicklung der erwähnten Oberkieferfortsätze wird das Gaumendach gebildet und damit die Mundbucht in zwei Teile (Etagen) geteilt: eine obere = Nasenhöhle, eine untere = Mundhöhle. Den Boden dieser Mundhöhle bilden, wie weiter oben schon angeführt, die Unterkieferfortsätze. Diese haben als Grundlage je einen Knorpelstab (Meckel'scher Knorpel), die sich vorne als Kinnbildung mit einander vereinigen. — Das hintere Ende jeden Knorpelstabes wird ein Teil des Ohres, das Gehörknöchelchen (= Hammer). — Die vorderen Teile verknöchern mehr und mehr und bilden so den festen Unterkiefer.

Damit haben wir die Träger des späteren Zahnsystems kennen gelernt, so daß nun dieses Gebiet, die Zähne selbst, ihre Würdigung erfahren können.

Wie weiter oben angeführt, ist die Mundhöhle vom Ektoderm ausgekleidet, das sich ja zu deren Bildung in die Tiefe gesenkt hatte. Für die Entwicklung der Zähne kommt aber auch das weitere Keimblatt, das Mesoderm, in Betracht, wenn dies auch anfänglich nicht so scheint.

Schwer erklärlich ist dieser Werdegang. Mehr wie überall in der Natur und bei der Bildung des menschlichen Organismus überhaupt fragen wir hier erstaunt bei der großartigsten Leistung der Natur, der Zahnproduktion, wie und warum gerade hier an der betreffenden Stelle dieser Werdegang vor sich geht, warum gerade dort ein Molar (ein Gebilde mit mehrfachen Wurzeln und mehreren Höckern) sich aus sozusagen gleichen Anfängen bildet, an anderer Stelle mit gesetzlicher Gleichmäßigkeit zwecks seiner endlichen Bestimmung für den Organismus ein einwurzeliger Zahn.

Für die Bildung der Zähne oder des Zahnsystems hat es nun zunächst den Anschein, als ob nur der Ektoderm in Frage käme. Auf ihm aufliegend auf den einzelnen Kiefern entwickelt sich die Zahnleiste = Schmelzleiste (früher einfach Schmelzkeim, Dentogingivale Leiste genannt). Diese Leiste erscheint quasi als Wucherung des Mundhöhlenektoderms (nunmehr Mundhöhlenepithel genannt). Sie senkt sich in die Tiefe gegen das mesodermale Gewebe und zwar in der ganzen Länge der Kiefer. Hiebei tritt eine neue Eigentümlichkeit in Erscheinung: Die Leiste im Oberkiefer liegt etwas weiter außen als die des Unterkiefers, wie ja normalerweise beim fertigen Zahnsystem die Zähne des Oberkiefers über die des Unterkiefers greifen, also der Zahnbogen im Oberkiefer einen größeren Radius besitzt als im Unterkiefer. Der gegen das mesodermale Gewebe freie Leistenrand senkt sich an einzelnen Stellen gemäß der späteren Zahnstelle etwas tiefer, bleibt an anderen Stellen mehr zurück, schwillt knospenförmig an, so daß man von einem knospenförmigen Stadium sprechen kann. An dieses schließt sich ein kappenförmiges und ein glockenförmiges Stadium an. Bisher hat es den Anschein, als wolle dieses Gebilde allein den Zahn hervorbringen. Doch tritt bald eine weitere Erscheinung auf, worauf schon die Bezeichnung der bisherigen Form der Zahnleiste = Schmelzorgan hindeutet. — Die an sich überaus interessanten Einzelheiten der Weitergestaltung können an dieser Stelle nicht aufgeführt werden, sondern alles kann nur knapp Erwähnung finden. —

Die letztgenannte Glockenform der Schmelzleiste saugt nun gewissermaßen aus dem gegenüberliegenden Mesoderm einen Zapfen an und umschließt diesen mit der Weiterentwicklung, aus dem vom selbstgebildeten Dentin umschlossen die spätere Zahnpulpa übrigbleibt, die bis in die Glocke reicht. Der genannte Zapfen wird als Zahnpapille bezeichnet.

Während dieser Weiterentwicklung (Einsenkung der Zahnleiste) hat sich auf der Oberfläche des Kieferepithels, wo die Zahnleiste anstößt, die Zahnfurche gebildet. Im erwähnten glockenförmigen Stadium tritt dann an dem entstandenen Schmelzorgan und an der Zahnpapille eine Differenzierung der Zellen ein. Damit setzt die eigentliche Bildung der Hartsubstanzen ein. Bevor jedoch näher im Rahmen meiner vorliegenden Arbeit auf diese Bildung, insbesondere die des Schmelzes eingegangen werden kann, muß eines anderen Umstandes gedacht werden.

Der Werdegang des Menschen zeigt uns zwei und nur zwei Erscheinungen hinsichtlich seines natürlichen Gebißes: ein Kinder = Milchgebiß und ein Gebiß des Erwachsenen = bleibende Zähne. Letztere zerfallen nach bisheriger Auffassung in Ersatzzähne, die aus einer Ersatzzahnleiste hervorgehen, und in bleibende Zähne aus der Milchzahnleiste. Nach neuerer Forschung wird diese Anschauung nicht mehr geteilt. — Hier kann auf das Umfassende, noch lange nicht mit Sicherheit geklärte Kapitel der Zahnleisten, nur soweit eingegangen werden, als die Art der Zähne dies erfordert:

Bekanntlich sprechen wir im Ober- wie im Unterkiefer beiderseits von je fünf Kinder = Milchzähnen — insgesamt 20 Milchzähnen — und ebenso im Ober- und Unterkiefer beiderseits von je acht bleibenden Zähnen, wovon je die vorderen fünf als Ersatzzähne bezeichnet werden, da sie von der Ersatzzahnleiste stammen. Damit wird unser Blick mindest auf zwei Arten der Zahnleisten gelenkt: eine Hauptleiste (Milchzahnleiste) und eine Ersatzzahnleiste.

Aus der Hauptleiste sollten nach bisheriger Auffassung zunächst die fünf Kinderzähne hervorgehen, dann aus distalartiger Weiterwucherung (Verlängerung) dieser Hauptleiste die späteren bleibenden Molaren, während die fünf bleibenden vorderen Zähne (Ersatz der Milchzähne) aus einer Ersatzleiste stammen.

Nach W. Meyer dagegen geht nur noch der erste bleibende (= 6er) Molar aus der Milchzahnleiste hervor, während die Ersatzleiste diesen umwächst und distalwärts die anderen Molaren liefert. Somit wäre also der erste große bleibende Molar zur ersten Dentition, die rückwärtigen Molaren zur zweiten Dentition zu rechnen. Damit wäre neben anderen Umständen (intrautrine

und Säuglingsernährung, Einfluß von Kinderkrankheiten) vielleicht auch ein Hauptfaktor gefunden, weshalb die ersten Molaren in überwiegender Zahl das gleiche Schicksal (früherer Zerstörung) der Milchzähne zeigen, also rascher dem Cariesverfall unterliegen? Nach diesem kurzen Überblick auf die Zahnarten nun zum eigentlichen Thema: Hartsubstanz.

An Hartsubstanz am fertigen Zahn unterscheiden wir: Schmelz mit Schmelzoberhäutchen (primäres und sekundäres), Dentin, Zement als Hauptteile.

Für meine vorliegende Studie interessieren die beiden Hartsubstanzen des Zahnes: Dentin und insbesondere der Schmelz. Dentin oder Zahnbein nur insoweit, als es für den Schmelz in diesem Zusammenhang unbedingt gewürdigt werden muß.

Dentin

Aus meinem ersten Teil geht hervor, daß der Zahn als späteres Einheitsgebilde seine Entstehung dem Zusammenwirken zweier Keimblätter verdankt. Daselbst ist ausgeführt, daß aus dem mesodermalen Gewebe ein Zapfen — Zahnpapille —, die spätere Zahnpulpa im glockenförmigen Stadium sich entwickelt hat, von der dann die Produktion des Dentins erfolgt. Eine einheitliche Anschauung über diesen Prozeß besteht noch nicht.

Nach älterer Ansicht ordnen sich an der Zahnpulpa Zellen an, Odontoblasten genannt. Ihre Form ist zunächst zylindrisch, verkleinert sich später in Birnen- oder Eiform. Diese Zellen endigen gegen das Innere der ektodermalen Glocke, nunmehr Ameloblasten mit je einer Faser, der Tomes'schen Faser — nicht zu verwechseln mit Tomes'schen Fortsatz beim Schmelz —. Diese Odontoblasten sollen sich durch Vermittlung dieser Faser selbst in Dentin umwandeln, indem sie ihr Protoplasma zunächst in eine Scheide (Neumann'sche Scheide) und dann in richtiges Zahnbein verwandeln. Diese Richtung vertraten hauptsächlich Waldeyer, Tomes und neuerlich Disse.

Nach anderer Darstellung soll das Zahnbein durch die sekretorische Tätigkeit der Odontoblasten entstehen.

Gegenwärtig betrachtet man den Werdegang des Zahnbeins mehr in der von v. Korff begründeten Anschauung. Hiernach wird die Grundsubstanz des Dentins von der Interzellularmasse der Zahnpapille (Zahnpulpa) gebildet. Die in der Grundsubstanz der Zahnpapille reichlich vorhandenen Bindegewebsfibrillen ordnen sich gegen den Rand der Papille mehr und mehr radiär und senkrecht an (nach Studnicka). Zunächst sind diese noch

gegen den freien Rand mit Grundsubstanz (Membrana praeformativa) der Papille bedeckt. Mit ihrer Vermehrung und Weiterentwicklung ordnen sie sich zu Bündeln. Während dieser Entwicklung haben sich in den Papillen- = Pulpazellen die äußersten zu den charakteristischen Odontoblasten herausdifferenziert. Mit deren Anordnung und Weiterwachstum wird der Raum zwischen ihnen immer enger, so daß sich dann die wachsenden Fibrillenstränge durch diese Zwischenräume ihren Weg bahnen müssen und einen schraubenförmigen oder spiraligen Verlauf nehmen: v. Korff'sche Fasern genannt. Außerhalb der Odontoblasten lösen sie sich pinselartig auf und bilden allmählich feste, kegelartige Gebilde, die mehr und mehr an den Seiten in Verbindung treten und innerhalb der erwähnten Grundsubstanz (Membrana praeformativa) liegen. Mit dieser zusammen bilden sie also die erste Anlage des Dentins. Nach dem Auswachsen der Odontoblastenfasern (Tomes'schen Fasern) wird von diesen vermutlich die Anlage des ersten Dentins mit von den Odontoblasten gelieferten Sekret durchtränkt und dem Ganzen ein hyalines Aussehen verliehen, so daß dieses Gebilde nunmehr Praedentin genannt wird.

Im weiteren Verlauf fördern die Odontoblasten in das über ihm liegende, sich reichlich verflechtenden und kreuzenden Fibrillensystem, Interfibrillarsubstanz und mittels ihrer Tomes'schen Fasern Kalksalze in das verkalkte Praedentin, an das schichtweise nach innen gegen die Pulpa sich immer wieder neues anlegt. Damit verengert sich der Innenraum, so daß die Zahnpapille die Gestalt der künftigen Zahnpulpa annimmt. Damit weichen auch die Odontoblasten zurück, wobei sich ihre Fasern natürlich länger herausziehen müssen. Dieses Wachstum kann folglich nicht an der Spitze dieser Tomes'schen Fasern erfolgen, sondern an der Basis. Die Fasern selbst sind nach seitheriger Anschauung in eine körnige Scheide (Neumann'sche Scheide) eingelagert (Walkhoff, Münch). Diese wird jedoch in neuer Zeit von Meyer bestritten. Nach letzterem soll diese Erscheinung auf mißdeuteten, optischen Kunstprodukten beruhen. Bei dem Einlagern der Kalksalze resp. bei deren Verhärtung können Bezirke unverkalkt bleiben, die wir unter der Bezeichnung Interglobularräume kennen.

Wie die Anlagerung von Neudentin in Einzellagen erfolgt, so unterscheiden sich am fertigen Dentin zwei Dentinarten: Nach Weidenreich eine äußere Zone = Manteldentin, eine innere Zone = Zirkumpulpardentin. Dies soll von der Verschiedenartigkeit der feinen im Zahnbein eingelagerten, leimgebenden Fibrillen herrühren. Im Verlauf der Zahnbeinkanälchen ist indessen

eine Zweiteilung nicht ersichtlich. Diese laufen ohne Unterbrechung durch bis zur Schmelzgrenze. Sie gabeln sich jedoch gegen die Grenze auf, wie sie überhaupt in ihrem Verlauf Seitenäste abgeben mehr gegen die Wurzeln als im Kronenteil.

Aus der neuzeitlichen Auffassung der Dentinbildung folgert auch, daß die Pulpa zeitlebens Dentin bilden kann. Somit ist mit dem Zahndurchbruch die Dentinbildung keineswegs als beendet anzusehen. Ferner geht aus dieser Entwicklung des Dentins als Produkt der Pulpa hervor, daß sicher im Dentin oder Zahnbein außer Fibrillen und Zahnfasern auch Nerven und damit Sensibilität mit größter Wahrscheinlichkeit sein müssen, wie u. a. Münch und auch Tojoda ausführen.

Diese in kurzen Zügen gegebene Dentinbildung ist als die normale oder physiologische zu bezeichnen im Gegensatz zu weiteren Dentinarten, die der Vollständigkeit halber erwähnt sein sollen: Ersatzdentin, auch Reiz- oder Kallusdentin genannt, und die Dentin-Dentikel. Beide letztere Arten sind mehr als pathologische Erscheinungen anzusprechen, wenn auch physiologische Entstehung nicht ausgeschlossen ist: erstere als Folge exogenen Einflusses, besonders durch Karies ist eine stärkere Ablagerung von Kalksalzen; letztere endogener Natur als Neubildung in der Pulpa selbst, deren Anwesenheit je nach Umfang, wenn z. B. der ganze Pulparaum nahezu vollständig ausgefüllt wird, zu empfindlichen Störungen und Schmerzgefühlen Anlaß geben kann.

Der Dentin-Aufbau, der v. Korff'sche und Tomes'sche Fasern an der Oberfläche, sowie sicher auch Nervenfasern dort endigen läßt, der selbst infolge seiner Struktur dem dauernden Gebrauch und fortwährenden äußeren Einflüssen nicht lange standhalten würde, bedarf daher eines Schutzes gegen äußere Reize oder Schädigungen. Dieser ist durch Umkleidung des frei in die Mundhöhle ragenden Zahnteiles (Krone) aus andersgeartetem Material, das wir Schmelz nennen, gegeben. Im Folgenden daher das Wesentlichste über Schmelz und Schmelzbildung.

Schmelz

Bei der Schmelzbildung muß ich mich dem Hinweise von J. Münch anschließen: „Über die feineren Vorgänge bei der Schmelzbildung besteht heute noch keine eindeutige Ansicht." Demnach ist es notwendig für das Studium des Schmelzes dessen Werdegang in den Hauptzügen einiger der bekanntesten Auffassungen etwas näher zu verfolgen.

Nach früherer Deutung (Tomes, Waldeyer) sollte die Schmelzbildung derart vor sich gehen, daß die Ameloblasten in die Länge wachsen und die Schmelzprismen, aus denen sich der Schmelzmantel zusammensetzt, durch Umwandlung ihres Protoplasmas entstehen lassen. Diese Anschauung hat in neuesten Darstellungen der Sekretionslehre Platz gemacht, wobei nach Lams das Schlußleistennetz eine Hauptrolle spielen soll. Für das Verständnis dieses Vorgangs ist die genauere Kenntnis des Schmelzorgans erforderlich.

Hier sei nicht unerwähnt das für die Zahnanlage, besonders für das Schmelzorgan wichtige Zahnsäckchen, welches sich während der Abschnürung der Zahnanlage von der Zahnleiste um diese gebildet hat und für die Zahnanlage nicht nur Schutzorgan, sondern mit seiner inneren lockeren, gefäßreichen Schicht Ernährungsorgan für das Schmelzorgan geworden ist. So sind für die Weiterentwicklung des Schmelzorgans die Vorbedingungen geschaffen.

Auf die Gestaltung des Schmelzorgans in ein kappen- und darauf glockenförmiges Stadium habe ich in meinem vorhergehenden entwicklungsgeschichtlichen Abriß hingewiesen. In dieser Entwicklungsperiode differenziert sich das Schmelzorgan. In erster Linie wird es formbestimmend für die Zahnart: Schneide- (Meißel-), Eck- und Höckerzahn. An ihm selbst lassen sich nun vier Schichten unterscheiden: Äußeres Schmelzepithel, Schmelzpulpa, Stratum intermedium, inneres Schmelzepithel. Die Bedeutung oder der Anteil der einzelnen Schichten für oder an der Schmelzproduktion ist noch keineswegs hinreichend geklärt. Soviel ist sicher, daß der Schmelzpulpa und dem inneren Schmelzepithel die Hauptbedeutung beizumessen ist, dem letzteren vermutlich mehr als der ersteren, da diese frühzeitig wieder verschwindet. Die Schmelzpulpa ist der Sammelbecken für die Baustoffe: das schleim- und eiweißreiche Kolloid. Ihre sternförmigen Epithelzellen, deren Ausläufer mit einander in Verbindung stehen, bilden nach genügender Entwicklung ein weitmaschiges Netz. Ob und wieweit diese Sternzellen an der Bildung der schleimigen, leimähnlichen, eiweißreichen Kolloidmasse, womit das weitmaschige Netz der Schmelzpulpa gefüllt ist, beteiligt sind, darüber herrscht noch keine Klarheit. Vermutlich empfängt die Schmelzpulpa den Urstoff aus dem sehr blutgefäßreichen Zahnsäckchen, wobei das Schmelzepithel als Filter wirkt, gewisse Stoffe nicht durchläßt oder resorbiert. Eine Umwandlung dieses Urstoffes vollzieht sich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit in der Schmelzpulpa, die ihrerseits jedenfalls noch den einen oder den anderen Bestandteil der Baustoffe für den Schmelz produziert. Ihre besonders geartete Struktur: Sternzellen, deren

Protoplasma noch Mitochondrien und Chondriokonten enthält, läßt darauf schließen. Auch die nächste Schicht, das Stratum intermedium, das die kolloidalen Baustoffe passieren müssen, um zu der eigentlichen Schmelzbildungsschicht, zum inneren Schmelzepithel zu gelangen, enthält wieder Mitchondrien und Chondriokonten. An dieses Stratum intermedium schließt gegen die Zahnpapille, somit die innere Seite der Schmelzglocke auskleidend, die eigentliche Schmelzbildungsschicht an, das innere Schmelzepithel. Dieses besteht aus langgestreckten, zylindrischen Zellen, die sich radiär, palisadenförmig zum Zahnkeim anordnen und von einander durch Intercellularsubstanz getrennt sind. Letztere ist von feinen Fäden, Intercolumnarbrücken durchzogen, die die Zellen mit einander verbinden. Die Schmelzzellen selbst werden Ameloblasten, auch Ganoblasten und Amantoblasten genannt. An ihren Enden werden diese Ameloblasten von Schlußleistennetzen begrenzt, so daß inneres und äußeres Schlußleistennetz zu unterscheiden ist.

Wie über die Funktionen der einzelnen Schmelzorganschichten noch keine einheitliche Auffassung besteht, so gehen die Anschauungen über Zweck der Schlußleistennetze auseinander. Diese treten erst mehr und mehr in Erscheinung mit dem Beginn der Schmelzbildung der Ameloblasten. In dem Schlußleistennetz stecken die Ameloblasten wie in einem Netz, dessen Maschen polygonale Form haben und wabenartige Struktur zeigen. Mit zunehmender Schmelzausscheidung wird das innere Schlußleistennetz, das in der Höhe der Basis der Tomes'schen Fortsätze liegt, stärker und wächst aus. Hiezu nach Eidmann: „Die einzelnen Leisten dieses Systems, die die Tomes'schen Fortsätze umgrenzen und die zuerst vollkommen homogen sind, werden allmählich dicker, wachsen an ihren Rändern aus und bilden die Wände der Schmelzprismen".

Walkhoff nennt die beim Schmelzaufbau einbezogenen Teile des Schlußleistennetzes „zweckmäßigen Zellverband der zunächst äußerst weichen protoplasmatischen Tomes'schen Fortsätze der Schmelzzellen" und schreibt diesen dementsprechend die Rolle einer Stützsubstanz zu: „Gerade die zarten Fortsätze der Zellen, welche möglichst ungestört ihre Funktion in Form der Verkalkung erfüllen sollen, würden einem dauernden Spiel der Kräfte ohne Stütze bei ihrer Verkalkung noch mehr unterworfen sein".

Weiter werden nach Eidmann die inneren Schlußleisten in ihrer medianen Partie durchsichtiger und geben der interprismatischen Substanz den Ursprung, die später zur Kittsubstanz der Schmelzprismen wird. Folglich ragen in diese vorgenannten Wände des ausgewachsenen Schlußleistennetzes, wie in Röhren,

die Tomes'schen Fortsätze, die von den langgestreckten, zylindrischen Zellen gegen die Zahnpapille vorgetrieben sind, hinein. In diese Tomes'schen Fortsätze hinein scheiden nun die Ameloblasten, die zur Zeit ihrer sekretorischen Tätigkeit zwischen Basis und Kern mit zahlreichen, kleinen Tröpfchen gefüllt sind, letztere Substanz aus, welche dann aus den Tomes'schen Fortsätzen als Vorschmelz oder Praeadamantin in die oben bezeichneten Röhren austritt. Das in die Röhren, als Urschmelz bezeichnete, ausgeschiedene Produkt verdichtet mit zunehmender Menge an Kalksalzen mehr und mehr. Zunächst gilt die Bezeichnung „junger" Schmelz. Dieser in noch kolloidaler Beschaffenheit geht dann in die kristallinische über, womit die Festigkeit des Schmelzgebildes zunimmt. Mit dem weiteren Wachstum des Zahnes dringt in das Innere der Prismen immer weitere Schmelzsubstanz (Kalksalze) nach, so daß die vorgebildeten Schmelzzylinder in ihrem zentralen Teil immer dichter werden und allmählich zu den festen Schmelzprismen erstarren. Die Prismen sind getrennt durch die sie umgebende interprismatische Substanz. Mit der fortschreitenden Anreicherung der Schmelzprismen mit Kalksalzen pressen sie sich eng aneinander, wobei die interprismatische Substanz zur Kittsubstanz wird. Nach Walkhoff soll es sich nicht um Kittsubstanz handeln: „Es erscheint nunmehr deutlich sichtbar eine aber nur scheinbare „interprismatische", besonders geartete Substanz". Wie sich in den Zwischenräumen der Prismen die Interzellularsubstanz, beim fertigen Schmelz als Kittsubstanz befindet, so zeigt sich im frühen Stadium mit der Ausbildung der Tomes'schen Fortsätze eine zarte, homogene Lamelle: die Membrana praeformativa (Huxley), mit der sich später die zwischen ihr also dem Schmelze und der Membrana praeformativa des Zahnbeins auftretende Membrana limitans eng vereinigt.

Alle Einzelheiten oder alle Ausführungen der einzelnen Forscher über die lange noch nicht genügend geklärte Histogenese des Schmelzes können hier nicht Platz finden. Hingewiesen sei nur noch auf die Darstellung über die Tomes'schen Fortsätze nach Studnicka. Darnach sind diese keine einheitlichen, massiven Gebilde, sondern bestehen aus einem Büschel zahlreicher, feiner Protoplasmafäden, die sogar mit dem gegenüberliegenden Odontoblasten in Verbindung treten. In der Mitte vereinigen sie sich durch seitliche Ausläufer, die sich unter einander verflechten. Diese Anschauung von Studnicka habe ich deshalb angeführt, weil tatsächlich in manchen Schliffen die Membrana limitans (Schmelz-Dentin-Übergang) den Eindruck verflochtener Fibrillen oder Fasern erweckt.

Damit sind die Vorgänge für die Schmelzentwicklung in groben Zügen umrissen, jedoch mehr das Schmelzorgan hervorgehoben mit seinen Schichten in ihrer Entwicklung und ihren Funktionen, wobei noch keineswegs Eigentümlichkeiten für den Schmelz selbst und bei der Gestaltung der einzelnen Zahnarten bis zu ihrer fertigen Gestaltung in Betracht gezogen sind. Nach der Literatur beginnt die Hartsubstanzenbildung des Zahngebildes im 5.—7. Monat der embryonalen Entwicklung. Es ist folglich klar, daß der Zahnkeim d. h. die Zahnanlage bis zur Bildung des fertigen Zahnes selbst eine ständige Größenzunahme erfahren muß. Daraus ergibt sich aber auch, daß das innere und äußere Schmelzepithel gegen die spätere Zahnhalsseite ineinander übergehen, am unteren Ende eine Umschlagfalte bilden, daselbst demnach keine Schmelzpulpa mehr zwischen sich haben. Die Schmelzbildung wie auch die Zahnbeinbildung — beide zusammen als Zahnscherbchen — beginnen an der höchsten Erhebung des Zahngerüstes (Zahnpapille), somit beim Schneide- (Meißel-) Zahn an der Schneide, beim Eckzahn an der Spitze, beim mehrhöckerigen Zahne (Molaren) an den Höckern. Dementsprechend muß inneres und äußeres Schmelzepithel von der höchsten Erhebung gegen den späteren Zahnhals weiterwachsen, damit muß selbstverständlich die Schmelzpulpa in gleicher Richtung Schritt halten, sich immer wieder zwischen innerem und äußerem Schmelzepithel erneuern. Hiebei zeigt sich, daß die Schmelzpulpa andererseits an den Spitzen wieder verschwindet, bevor noch der Schmelz bzw. die Schmelzprismen fertig gebildet sind; es liegen dann inneres und äußeres Schmelzepithel direkt auf dem Stratum intermedium. Daraus wieder folgt, daß die Schmelzpulpa wohl mehr für die Entwicklung der Ameloblasten, vielleicht auch des Stratum intermediums Bedeutung hat als für die Schmelzbildung selbst, womit die Ameloblasten als eigentliche Schmelzbildner mehr an Bedeutung gewinnen. Nach der langgestreckten, zylindrischen Form der Ameloblasten und deren radiären Anordnung wäre anzunehmen, daß die ausgeschiedenen Schmelzprismen als lange Stäbchen mit polyedrischen Grundflächen rein radiär neben einander dem aus der Zahnpapille hervorgegangenen Zahnbein (Dentin) aufsitzen. Doch ergibt schon die Logik, daß dies nicht gut möglich ist. Abgesehen von möglichen Störungen in der Zufuhr der Aufbaustoffe durch die Ameloblasten usf. zwingt schon die Gestalt des fertigen Zahnes (Schneide- oder Höckerzahn) zu Abweichungen. Daraus ergeben sich eine Reihe von Möglichkeiten, die einer, wenn auch kurzen Erörterung bedürfen und der weiteren Ausführungen in einschlägigen Abschnitten berücksichtigt werden. Bei Hinweis auf Bedeutung der Schmelzpulpa auf die Schmelzbildung ist er-

wähnt, daß die Schmelzbildung als obere Anfänge des Zahnscherbchens an den obersten Erhebungen der Zahnpapille beginnt und den Zahn nach unten fortschreitend umwächst. Bei den Höckerzähnen muß es so auf der späteren Kaufläche zu einer Verschmelzungslinie oder Furche kommen an den Stellen, an denen mit dem Fortschritt der Schmelzbildung der Schmelz der einzelnen Höcker zusammentrifft. Diese Verschmelzung kann mehr oder weniger intensiv erfolgen, so daß als Resultat bald tiefere Einkerbungen, bald flachere Mulden entstehen, Schmelzfissuren genannt. An der Zahnaußenfläche tritt diese Verschmelzung der fortschreitenden Höcker-Schmelzmantelbildung vielfach gar nicht oder nur als leichte, flache Furche auf. Aus diesen verschiedenen Momenten geht hervor, daß der Schmelzmantel in morphologischer, chemischer, struktureller und optischer Hinsicht eine Reihe von Verschiedenartigkeiten aufweisen kann. Damit entsteht die Frage, ob derartige Auswirkungen der Norm entsprechen, ob sie fehlerhafte oder krankhafte Erscheinungen darstellen.

In diesem Zusammenhange muß aus dem entwicklungsgeschichtlichen Teil in Erinnerung gerufen werden, daß für die Zahnanlage zwei Keimblätter beteiligt sind, für Zahnpapille und damit Zahnbein mesodermales, für Schmelz ektodermales Blatt. Darin liegt eine Reihe von Möglichkeiten begründet für den Werdegang der Zahnbestandteile. Störungen irgendwelcher Art der Embryonal- und Folgezeit brauchen nicht oder wenigstens nicht im gleichen Umfang die Entwicklung und den Charakter der Produkte zu treffen. Folglich muß bei der Zahnanlage ein die Zahnpapille oder Zahnbein beeinflußender Faktor, störender oder fördernder Natur, nicht auch oder im gleichen Ausmaße beim Schmelzorgan und dann dem Schmelze in Erscheinung treten und umgekehrt. Die genaue Prüfung des fertigen Zahnes bestätigt dies, wie sich noch bei der weiteren Ausführung ergeben wird. Bevor nun Spezialzähne, z. B. Milchzähne oder besondere Fälle hinsichtlich ihres Schmelzes eingehender besprochen werden können, hat eine Prüfung des fertigen Schmelzes allgemein zu erfolgen, wobei schon auf den einen oder anderen absonderlichen oder abweichenden Punkt hingewiesen wird.

Zu diesem Zwecke habe ich in meiner eigenen praktischen Tätigkeit eine große Anzahl von Versuchszähnen ausgewählt: Zähne Erwachsener — gesunde und kranke —, Milchzähne, mit normaler und anormaler Resorption, sowie persistierende. All diese Zähne habe ich einer Reihe von Prozeduren unterworfen. Einen Teil habe ich an der Oberfläche teils mit, teils ohne Säurebehandlung mehr oder weniger stark angeschliffen zwecks Studiums der Erscheinungen an der Oberfläche, einen anderen

Teil habe ich in Farblösungen gebracht, um zu studieren, ob Beeinflussung des Schmelzes vom Zahnbein aus, also durch Vermittlung der Dentinfasern möglich ist oder besteht. Ferner stellte ich mehr als 60 Schliffe her aus den verschiedenen Stadien beider Dentitionen zwecks Studiums des Schmelzinnern, die ich zu diesem Zwecke, stärker oder schwächer angesäuert, färberisch behandelte und umgekehrt, erst färberisch behandelte und dann an- oder entsäuerte. Einen weiteren Teil ließ ich entkalken und Schnitte herstellen zur Prüfung anorganischer Bestandteile im Schmelze. Außerdem ließ ich von einer Auswahl meiner Schliffe ca. 20 Mikrophotos herstellen, um eine Reihe von Erscheinungen im Bilde festzuhalten, wovon ich einige Bilder am Schlusse meiner Arbeit anfügen werde. Im Folgenden will ich nun versuchen, eine Darstellung auf Grund meiner auf diese Weise und unterstützt durch einen Teil der entsprechenden Literatur gewonnenen Eindrücke über den fertigen Schmelz zu geben.

Rein makroskopisch zeigen die Zähne nach Form und Größe große Abweichungen. Bestimmend hiefür ist das Schmelzorgan. Bei einem gut entwickelten, funktionstüchtigen Schmelzorgan wird demnach nicht nur Form und Größe des jeweiligen Zahnes, die natürlich auch individuell beeinflußt wird, gut ausgeprägt sein, sondern vor allem die Maße des Schmelzmantels beeinflußt sein. Abweichungen, die auf Bildungsstörungen oder späteren pathologischen Vorgängen beruhen und die dann Schmelzdefekte und Hypoplasien hervorrufen, werden weiter unten noch Erwähnung finden. Wie Form und Größe, so ist auch die Oberflächenbeschaffenheit und der Schmelz in verschiedener Beziehung verschieden zwischen bleibenden Zähnen und Milchzähnen und zwar der Schmelz nach Struktur und als Ganzes, der Schmelzmantel. Nach Beendigung der Bildung ist Höhe, Form und Ausdehnung des Schmelzes wohl keiner Veränderung mehr unterworfen, dagegen die Dichtigkeit. Letzteres schließe ich, abgesehen von Hinweisen einzelner Forscher, aus der Konsistenz des Schmelzes der persistierenden Milchzähne im Vergleich zu der von Milchzähnen mit normalem Dentitionsverhalten. Weiter bestärkt mich hierin die Schmelzdichtigkeit der Paradentosezähne, wenn auch bei diesem noch andere Umstände mitspielen, auf die nicht näher eingegangen werden kann.

Makroskopisch kommt weiter eine optische Erscheinung in Frage, die Farbe. Hier ist im allgemeinen zu beobachten, daß die bleibenden Zähne einen gelblicheren, die Milchzähne einen mehr bläulichen Ton aufweisen. Doch sind die Farbentönungen individuell verschieden. Sie wechseln vom Bläulichweißen bis ins Blaugrüne oder Braune. Bestimmt wird der Ton, da ja der Schmelz translucent ist, von der Beschaffenheit des Dentins und

möglicherweise durch das Rot der Pulpa. Das Dentin kann aber dauernd, wenigstens solange die Pulpa funktionstüchtig ist oder je nach Virulenz derselben, Veränderungen unterworfen sein. Damit wechselt somit auch jeweils die Farbentönung — von pathologischen, äußeren Einflüssen (Karies) abgesehen —. Bei Milchzähnen infolge ihrer verhältnismäßig kurzen Bildungs- und Nutzungsdauer bleibt der bläuliche Grundton mehr gewahrt, nur bei persistierenden Milchzähnen scheint eine Abweichung zu bestehen. Behauptet wird, daß die gelben, elfenbeinfarbigen Zähne die kräftigsten seien, die bläulichen, die hinfälligsten. Eine Möglichkeit hat dies für sich. Sicher ist für den ganzen Zahnaufbau nicht gleichgiltig, ob die chemische Zusammensetzung genau nach der Norm geht oder ob individuelle Verschiedenheiten vorhanden sind, d. h. ob molekulare Feinheiten der Kalkeiweißverbindungen beim Aufbau der Zahnhartsubstanzen bis jetzt genügend gewürdigt sind. In der molekularen Zusammensetzung der Aufbaustoffe der Zahnhartsubstanzen, hier des Schmelzes, erklärt sich sicher neben Farbenbeeinflussung die Verschiedenartigkeit der Gesamtstruktur bei sonst ungestörter Funktion der Zahnbein- bzw. Schmelzbildner. Nach J. Münch besteht der Schmelz aus phosphorsaurem und kohlesaurem Kalk, sowie aus nachweisbaren geringen Mengen von Fluorkalzium und phosphorsaurer Magnesia, hierzu „höchstens zu 5%" anorganischer Substanz, seine Härte schwankt zwischen der des Apatits und jener des Quarzes und entspricht dem Härtegrad 7 der Moß'schen Skala.

Nach R. Weber bestehen die Hartsubstanzen des menschlichen Körpers zum größten Teil aus tertiären und nur zum geringen Teil aus sekundärem Kalziumkarbonat. Das Verhältnis von CO_3 zu PO_4 beträgt 1 : 7. Man betrachtet daher den Schmelz (wie die übrigen Hartsubstanzen des Körpers) auf Grund dieses Verhältnisses als Mineralapatite. Wie ich dem Gedankengang über molekulare Feinheit Kalkeiweißverbindungen Ausdruck gegeben, so erwägt R. Weber einen ähnlichen Gedanken: „Die ungeklärten Fragen beginnen nun schon bei den Beziehungen der Kalksalze zur Grundsubstanz; diese können nicht als endgültig angesehen werden. Es bleibt fraglich, ob das Kalzium in den Eiweißkörpern eingelagert ist, oder ob die Verbindung chemischer oder physikalischer Natur ist".

Nach v. Bibra enthält der Schmelz in Prozenten organische Maße und Wasser = 3,5%. Kalziumphosphat = 88,0%, Kalziumcarbonat = 4,0%, Fluorcalzium = 2,02%, Magnesiumphosphat = 1,5%, andere Salze = 0,5%.

Für die gleichmäßige Zusammensetzung dieser Stoffe ist Voraussetzung, daß sie nicht nur in ausreichendem Maße zur

Verfügung stehen, sondern daß auch ihre Zuführung durch die Ameloblasten keinen Störungen unterworfen ist. Die die Stoffe assimilierenden Organe müssen an sich funktionstüchtig sein, damit der ebenmäßige Schmelzbildungsgang gewahrt bleibt. Reichlich bekannt aber ist, daß nicht nur den menschlichen Gesamtorganismus, besonders im Säuglings- und Kindesalter, eine Reihe von Allgemeinerkrankungen größeren und kleineren Ausmaßes heimsuchen, sondern auch Einzelorgane von Sondererkrankungen erfaßt werden. Die Auswirkungen auf die Zahnhartsubstanzen, hier des Schmelzes, sind dann umso einschneidender, wenn das Schmelzbildungsorgan als Ganzes oder die Ameloblasten selbst von einer Erkrankung oder einem störenden Einfluß betroffen werden. Je nach Grad und Dauer der Einwirkung sind die Folgen verschieden.

Infolge solcher Erkrankungen oder störenden Einflüsse kann es soweit kommen, daß bei Kulturvölkern nach Walkhoff „man kaum einen Zahn ohne jeglichen Strukturfehler des Schmelzes finden wird". Die meisten dieser Strukturfehler bestehen in mangelhaften Verkalkungen der Schmelzprismen, also fehlerhaften Bildungen als „Schmelzhypoplasien". Dieselben lassen sich am Schmelz scheiden in äußere und innere Hypoplasien. Bevor ich auf diese selbst näher eingehe, erfordert der äußere Abschluß der Schmelzprismen oder des Schmelzmantels einiges Interesse.

Nach den vorausgegangenen Ausführungen ist nur dem Werdegang der Schmelzprismen Beachtung geschenkt, wonach diese nach außen rauh abschließen müßten. Das Endschicksal des Schmelzbildungsorgans nach erfüllter Aufgabe der Schmelzbildung ist nicht berührt. Nur wurde erwähnt, daß Schmelzpulpa bald wieder verschwindet. Der fertige Zahn bzw. Zahnschmelz nun zeigt, daß der Außenseite des Schmelzes ein Abschlußgebilde aufliegt, wenigstens zeigt dies der Zahnschliff bei geringer Vergrößerung deutlich, noch deutlicher mikroskopisch. Hier könnten die restigen Schmelzorganschichten oder ein Teil davon zu suchen sein. Die Literatur bringt diesen Schmelzabschluß unter der Bezeichnung Schmelzoberhäutchen, abgekürzt SOH, auch Cuticula dentis, Nasmythsche Membran als letzte Bildung des Schmelzorgans. Wie die ganze Schmelzbildung, so hat auch die Herkunft dieses SOH einen großen Widerstreit verursacht. Eine Berücksichtigung der gesamten diesbezüglichen Literatur würde zu weit führen.

Die heutige Anschauung entspricht mehr dem SOH Koellikers, wonach das SOH eine Restbildung des inneren Schmelzepithels (ISE) darstellt. Dieser Auffassung entspricht, wenn Walkhoff, Münch die Cuticula dentis coronalis als verkalkte

Reste des inneren Schmelzepithels bezeichnen. J. Münch: „Beim Abschluß der Schmelzbildung legen sich die Schmelzepithelreste auf der Schmelzoberfläche fest und bilden als verhornte Überreste das Schmelzoberhäutchen".

Im Gegensatz hiezu gibt W. Meyer seiner Auffassung Ausdruck, wie folgt: „Nach Abschluß der Schmelzbildung liefern die Ameloblasten das Schmelzoberhäutchen als homogenen Überzug des Schmelzes. Es schließt die Kopfstücke der Schmelzprismen gewissermaßen ab und hängt mit der interprismatischen Substanz, der es offenbar chemisch verwandt ist, unmittelbar zusammen. Es ist von hornähnlicher Beschaffenheit und gegen Säuren und Alkalien auffallend widerstandsfähig".

Nach Gottlieb soll es sich, wie auch sein Schüler Orbàn weitervertritt, um ein Doppelgebilde bei diesem Schmelzabschluß handeln: primäres und sekundäres SOH.

Es interessiert jedoch in meiner vorliegenden Studie weniger die Herkunft des SOH als dessen Verhalten am fertigen Schmelz. Aus meinen Präparaten ersah ich, daß beim jungen wie beim alten Schmelz, soweit es bei letzterem nicht durch Abnützung zerstört ist, sich das SOH als feines, über den ganzen Schmelzmantel ununterbrochen hinwegziehendes, Häutchen darstellt. Dasselbe zeigte sich undurchsichtig bei allen meinen mehr oder weniger mit Säuren behandelten und entkalkten Zähnen und Schliffpräparaten, bei denen es sich überall erhielt. An den mit dem Mikrotom hergestellten Präparaten, bei denen das SOH als dünnes abhängendes Häutchen noch sichtbar war, zeigte sich die Feinheit deutlich. Ebenso trat die Feinheit recht gut in Erscheinung an dünnen Schliffen, wenn bei Längsschliffen diese bei senkrechten Schliffen durch die Mitte entnommen sind. Bei mehr seitlichen und dickeren Schliffen zeigt es sich als breiteres Band, da hiebei mehrere übereinanderliegende Schichten zu einem vermeintlich einheitlichen Gebilde zusammentreffen. Nach entsprechender Säurebehandlung z. B. in argent. nitr. läßt sich das Schmelzoberhäutchen von der Zahnoberfläche abheben, wie ich dies an verschiedenen persistierenden und anderen Milchzähnen durchführte. Bei völliger Entkalkung von Schliffen und in Schnittpräparaten blieb es als feines Fädchen bei meinen Versuchen erhalten. Damit ist gleichzeitig erwiesen, daß das SOH eine andere Substanz darstellt als die Schmelzmantelprismen, daß es hornartigen Charakter besitzt. Bei diesen Prozeduren zur Erkenntnis des SOH zeigte sich ferner noch, daß noch Anhangsgebilde in Erscheinung treten, feinste Fädchen, die in den Schmelz hinein — oder diesen auch ganz bis zur Dentingrenze durchziehen, in Einzelfällen in das Dentin hineinreichen. — Diese Gebilde finden Erläuterung später bei Schmelzlamellen —. Das

SOH, das die ganze Schmelzoberfläche im normalen Zustande bis zum Zahnhals bedeckt, stellt bereits makroskopisch nicht etwa einen glatt verlaufenden Abschluß dar, es zeigen sich vielmehr Erhöhungen und Vertiefungen, mehr oder minder stark ausgeprägt. Nach Preiswerk sind sie die Perikymatien des Schmelzes, nach Czermak Schmelzwülstchen, nach anderen Retzius'scher Streifen oder Parallelstreifen genannt. Außerdem finden sich Schmelzwellen. Selbstverständlich entspricht je 2 Erhebungen eine Vertiefung als Grübchen oder Furche. Diese Erscheinungen fallen unter den Begriff äußere Schmelzhypoplasien. Sie sind der Ausdruck innerer Schmelzbildungsfehlern. Bei Grübchen können nur innere Schmelzdefekte, Minderverkalkung von Schmelzprismen kleiner Bezirke oder einzelner Prismenpartien in Frage kommen. Bei Schmelzwülstchen allgemein wird ätiologisch der Retziusstreifenbildung, die noch näher gewürdigt werden wird, die Schuld beigemessen. Für die Schmelzwellen, unter denen ich hochstehende Schmelzränder abwechselnd mit tiefen Furchen verstehe, dürften neben den gleichen Ursachen wie bei Schmelzwülstchen mit leichteren Vertiefungen zwischen sich noch besondere Einflüsse z. B. Skrofulose in Frage kommen. Beide Bildungen laufen rings um die Zahnkrone, bei einzelnen Zähnen als Folge der Schmelzwellen? scheinen diese sich auch auf den Wurzelteil des Zahnes zu erstrecken. — Weiteres über Hypoplasien bei den inneren Schmelzdefekten —. In ihrer Auswirkung können die genannten Erscheinungen an der Oberfläche für den Zahn sehr verhängnisvoll werden, obwohl sie an sich keine pathologischen Erscheinungen darstellen. Sie werden aber leicht zu Vorläufern für solche, indem sie an sich und an besonders noch zu besprechenden bevorzugten Stellen Säuren-Retentionsstellen abgeben. Je nach Grad ihres Auftretens können sie bereits ins pathologische Gebiet fallen.

Bei Prüfung der Schmelzoberfläche fallen neben diesen Grübchen, Vertiefungen, Furchen, Wülstchen und Wellen aber ebenso makroskopisch andere Stellen auf, dunkle oder bräunliche verfärbte Punkte, Kreise und sonstige Figuren. Dieselben rühren her von Bakterienplaques und von Karies. Erstere sind keine pathologische Erscheinungen, letztere dagegen gehört dahin. Bei Karies wird unterschieden unter Karies humida und Karies sicca. Walkhoff bezeichnet Zahnkaries als „Morschheit", eine Erweichung der harten Zahnsubstanzen und als die Krankheit, die an der Spitze aller Zahnkrankheiten steht. Nach J. Münch ist es das Verdienst Millers die Entstehung der Karies der Zähne erstmalig wissenschaftlich gedeutet und die noch im 18. Jahrhundert vorherrschende Würmertheorie ein für allemal beseitigt zu haben. Hiernach hat der Miller'sche Satz, daß die Karies ein chemisch

parasitärer Prozeß sei, auch heute noch volle Giltigkeit. Hierzu sagt J. Münch mit vollem Recht, daß man nur über die Wechselwirkung der beiden schädigenden Faktoren, Säuren und Mikroorganismen, noch geteilter Ansicht ist. Das Zerstörungswerk der Karies am Zahn ruft verschiedene Bilder hervor je nach Fortschritt oder Verlauf dieses Prozesses. Doch sind alle am Zahne auftretenden ähnliche Bilder nicht gemeinhin unter dem Begriff Karies, wenigstens nicht Karies humida zu fassen, so die Karies sicca, zirkuläre Karies und ein der flächenhaften Karies der Oberfläche ähnliches Bild bei Milchzähnen. — Über erstere bei inneren Hypoplasien, über letztere bei Milchzähne genauere Ausführung. — Hier interessiert für Karies überhaupt, welche Momente am Schmelze für die Entstehung und mehr oder weniger raschen Verlauf dieser Zerstörungskrankheit begünstigend und fördernd vorhanden sind.

Begünstigend für die Entstehung der Karies, wenn nicht überhaupt allein verantwortlich wirken am Schmelze jene Stellen, welche als Prädilektionsstellen bekannt sind und zwar als typische und atypische.

Die atypischen Prädilektionsstellen sind gegeben durch die Gestalt der Zahnkrone und durch die Anomalien der Zahnstellung, treten somit auf an den Schmelzberührungsflächen, den Approximalflächen der Zähne, werden um so bedeutender, je breiter diese Berührungsflächen sind. Diese wie die typischen Prädilektionsstellen werden zur Retentionsstellen für die schädigenden Agentien, für die mit den Speisen aufgenommenen, primären Säuren, wie auch — und zwar nach J. Münch in der Hauptsache — für die durch Vergärung der Speisereste entstehenden sekundären Säuren, die den Mikroorganismen den Boden für ihre toxinäre Wirkung vorbereiten.

Zu den typischen Prädilektionsstellen rechnen jene oben angedeuteten Schmelzgrübchen, Schmelzvertiefungen, Furchen, ferner die Verschmelzungsstellen der Zahnhöcker bei den Molaren, die Fissuren, die in den verschiedensten Formen auftreten, bald als flache Mulde, bald spitzwinklig bis nahe an die Dentingrenze laufend, bald wieder stumpf oder in Flaschenform. Letztere erstrecken sich ebenfalls nicht selten bis dicht an die Dentingrenze. Schließlich kann die Fissur vollständig oder unvollständig sein. Zu diesen Fissuren muß noch, da es an der Schmelzoberfläche gleichfalls eine Prädilektionsstelle bildet, das Foramen coecum, eine entwicklungsgeschichtliche Einfältelung gerechnet werden. Dieses ist besonders zu finden an der Palatinalseite der oberen Schneidezähne und an der bukkalen Seite der unteren Molaren gegen den unteren Schmelzrand. Es reicht gleichfalls oft

sehr tief gegen die Dentingrenze und weist vielfach flaschenförmige oder bauchige Gestalt auf. Welche Entwicklungsmomente für die eine oder andere derartige Gestaltung maßgebend ist, scheint noch nicht geklärt zu sein. Soviel ist natürlich, daß durch derartige Formbildungen für Anordnung und Verlauf der Schmelzprismen in der Umgebung dieser Bildungen große Abweichungen, Verwerfungen, usf. hervorgerufen werden müssen. Das gleiche gilt auch für Schmelzränder besonders bei Milchzähnen. Damit ist Veranlassung gegeben zu inneren Schmelz-Strukturfehlern.

Für die Auswirkung oder überhaupt zur Erkenntnis dieser Struktur- und anderen Bildungsfehlern ist somit eine genauere Prüfung des Schmelzmantelinnern notwendig. Hiefür ist die Zerlegung des Schmelzmantels bzw. der Zahnkrone in dickere oder vor allem dünnere und dünnste Schichten mittels Schnitt- oder Schliffmethode erforderlich. Wie schon weiter vorne angeführt, habe ich eine große Anzahl von Schliffen hergestellt und hievon einen Teil verschiedenen Prozeduren unterworfen. Eine Beschreibung der Art meiner Versuche mag unterbleiben, da ich vorliegend ja nicht Schlifftechnik oder Färbemethodik oder dergl., sondern die Ergebnisse meiner Schmelzuntersuchung darstellen will. Demgemäß sollen denn nunmehr die Einzelerscheinungen innerhalb des SOH bis Dentingrenze erörtert werden und ihre Gesamtheit, gleichgültig, ob sie sich als Strukturfehler oder als Strukturelemente erweisen. Hiefür muß vorausgeschickt sein, daß in einem Schliff Erscheinungen ersichtlich sind, die im anderen Schliff schon um deswegen nicht zu erkennen sind, weil es sich im einen Fall um einen Längsschliff handelt, im anderen Fall um einen Querschliff. Im ersteren Fall kommt es wieder darauf an, ob der Schliff rein senkrecht durch die Mitte (Pulparaum) erfolgt oder mehr seitwärts hievon oder ob er schräg zum Pulparaum erfolgt, im letzteren Falle (Querschliff), ob der Schliff näher dem Zahnhalse oder näher der Zahnoberfläche — über dem Pulparaum — hergestellt ist, ferner ob der oder die Schliffe für den betreffenden Untersuchungszweck die entsprechende Feinheit aufweisen. Zu dieser Erkenntnis mußte ich bei der Prüfung der Einzelerscheinungen meines ziemlich umfangreichen Schliffmaterials gelangen.

Bereits makroskopisch zeigt sich eine braune bis dunkle Streifung, die die Schmelzprismen quer durchschneidet. Im Längsschliff verläuft diese gegen den Zahnhals-Schmelzrand und zur Dentingrenze spitzwinkelig, während sie sich gegen die Zahnoberfläche mehr oder weniger stark verbreitert, wobei an der Oberfläche die erwähnten Vertiefungen und Mulden, die rings um die Zahnkrone laufen, entstehen (Perikymatien in der

makroskopischen Anatomie nach Preiswerk). Im Querschliff erscheint diese Streifung als Parallelgebilde. Diese Streifung ist benannt nach ihrem Entdecker unter der Bezeichnung Retziusstreifen. Die Aetiologie dieser Streifung ist wissenschaftliches Streitobjekt. Die einzelnen Urteile aus der reichhaltigen Literatur kann ich nicht anführen. Verschiedene Forscher und Autoren (Czermak, Hertz, etc.) geben der Anschauung Ausdruck, daß es sich bei den Retziusstreifen (Linien) um Pigmentierungen handle. Andere Autoren erblicken in den Retziusstreifen mangelhafte Verkalkung; die Braunfärbung soll von eingedrungener Luft herrühren, also optische Erscheinung sein. Letztere sehen die Ursache hiefür in geschrumpfter Kittsubstanz. Dieser Auffassung treten wieder andere Autoren entgegen.

J. Münch faßt den Begriff über Retziusstreifen kurz zusammen: „Diese Streifung wird durch periodisch eintretende bessere oder minderwertige Verkalkung der Prismen während ihrer Entwicklung erklärt".

Ähnlich äußert sich W. Meyer, der die Intercolumnarbrükken — Querstreifung der Prismen — mit in Erwägung zieht: „Die Zonen stärkeren Hervortretens der Querstreifen in den Prismen und den Intercolumnarbrücken kennen wir unter der Bezeichnung Retzius-Streifen. — Die Retzius-Streifen, die also Zeichen minderer Verkalkung sind, haben eine ganz bestimmte Anordnung, die ohne weiteres ihrer Genese entspricht". Und weiter: „Wo die Retziusstreifen in die freie Schmelzoberfläche einmündet, entsteht eine kleine Mulde". Damit ist, wie auch von anderen Autoren darauf hingewiesen, daß die Schmelzwülstchen mit den Linien des Retzius im engen Zusammenhang stehen. Nach Czermak läßt die Oberfläche des Schmelzes bei frisch durchbrechenden, bleibenden Zähnen fast immer ein besonderes System von feinen, sehr zahlreichen regelmäßigen Furchen und Wülstchen erkennen, die er (Czermak) an Milchzähnen niemals entdecken konnte. Dieser Auffassung kann ich nach meinen Untersuchungen an ganzen Milchzähnen, an angesäuerten, angeschliffenen Zähnen und an meinen Schliffen nicht zustimmen. Auch die Milchzähne, insbesondere die persistierenden weisen diese auf, nur treten sie nicht immer scharf hervor, wie auch nicht die Retziusstreifen an sich. Ich schliff ganze Milchzähne leicht an, andere legte ich 24 Stunden in Säuren und entfernte das Schmelzoberhäutchen, immer zeigten sich mehr oder weniger stark ausgeprägt die Wülstchen und leichte Mulden oder Furchen, die rings um die Zahnkrone liefen. Ich fasse meine an Hand der Literatur und meiner Studien an ganzen Zähnen und an Schliffen gewonnene Anschauung dahin zusammen: Die Retziusstreifen kommen in allen Zähnen vor.

Im Längsschliff ziehen sie spitzwinkelig unter 15—30% vom Zahnhals-Schmelzrand bzw. von der Schmelzdentingrenze gegen Schmelzoberfläche, wo sie mehr oder weniger verbreitert erscheinen können. An der Oberfläche kann es je nach Grad des Auftretens leicht zu Abbröckelung kommen, so daß die Prismen dort treppenförmig abgesetzt ersichtlich sind mit rillenartiger Einziehung der Prismen in ihrem äußeren Verlauf. — Anhang Abb. 1a = Nr. 2—. Die Retziusstreifen sind der Ausdruck von Ruhepausen in der Tätigkeit der Ameloblasten, die „schlagartig und in ihrer Gesamtheit" in solche eintreten. Die Breite der Streifen wechselt, d. h. wird umso stärker, wenn gleichzeitig Erkrankungs- und Verkalkungsstörungen den Entwicklungsgang des Schmelzmantels begleiten, die in ihrem Ausdruck schon makroskopisch als innere Schmelzhypoblasien erkenntlich sind bei entsprechend auffallenden Licht mit oder ohne einfache Vergrößerung. Diese Streifen des Retzius können somit von der geringsten Andeutung bis zur stärksten Ausbildung am Schmelze vorhanden sein. Die Retziusstreifen sind an sich keine „pathologischen Erscheinungen". „In das pathologische Gebiet gehören sie erst dann, wenn sie in derart verstärktem Maße auftreten, daß sie bis zur Oberfläche der Zahnkrone ziehen und dort Abschnürungen und Einbuchtungen erzeugen" (J. Münch). Ihre Zahl wächst mit der Mächtigkeit und Länge des jeweiligen Schmelzmantels. Ihre Richtung wechselt an den Schneide- und Eckzähnen an der Schneidekante bzw. Spitze, bei den mehrhöckerigen Zähnen an den jeweiligen Höckern. Bei letzteren verlaufen sie auf den Kauflächen nach der Oberflächengestaltung. Abbildung 1 und 1a im Anhang veranschaulicht die Retziusstreifen.

Wie die Retziusstreifen ist eine andere Eigentümlichkeit des Schmelzes bereits bei einfacher Vergrößerung und entsprechendem Lichteinfall gut erkenntlich, die in der Literatur unter (Hunter-) Schreger'scher Streifen eingeführt ist, die W. Meyer nach Preiswerk zweckmäßiger Diazonien genannt wissen möchte. Über diese Schreger'sche Streifung besteht ziemlich einheitliche Auffassung. Diese Streifung ist der optische Effekt der Schmelzprismenverflechtung. Es handelt sich um Gürtel mit entgegengesetzter Verlaufsrichtung der Prismen in regelmäßiger Reihenfolge. Die Biegungen werden durch Lageveränderung der Ameloblasten während der Schmelzbildung bewirkt (Eidmann). Aber auch ganze Prismenlager durchkreuzen sich und ergeben dann Strukturen, die als Schreger'sche Streifung bekannt sind. Man erkennt sie am besten auf Längsschliffen im auffallenden Lichte. Die Streifung rührt daher, daß längs und

quer getroffene Bündel abwechseln und das Licht in der Längsachse anders gebrochen wird als beim queren Durchtritt (Pickeril). Sehr schön zeichnet W. Meyer den Ausdruck dieses optischen Bildes: „Hier zeigt der Schmelz eine zebraähnliche Dunkelstreifung". Freilich fährt er fort: „Die dunklen Streifen lassen sich vom Dentin bis etwa in die Mitte des Schmelzes verfolgen, dort verlieren sie sich um in die allgemeine Graufärbung der Außenpartie des Schmelzes überzugehen". Diesen Eindruck konnte ich nach meinen Schmelzschliffstudien allgemein nicht gewinnen. Ich fand bei meinen Untersuchungen, daß in gut, wohl wirklich als normal gebildet anzusprechenden Zähnen, also auch mit normal entwickelten Schmelzmantel die Schreger'sche Streifung voll und ganz von der Dentingrenze bis zum SOH deutlich zum Ausdruck kommt. Abbildung 2 = Nr. 3 meines Anhangs bestätigt dies ziemlich, obwohl ich noch bessere Bilder bei meinen Versuchsobjekten fand. Die Schreger'sche Streifung dokumentiert sich also als Querstreifen, besser Querbänder, die die Retziusstreifen in nahezu rechtem Winkel kreuzen, in von Strukturfehlern freien Zähnen von der Schmelzdentingrenze bis SOH reichen und jeweils mit einem hellen Streifen wechseln, daher gemäß W. Meyer nach Preiswerk „zweckmäßiger" erstere als Diazonien, letztere als Parazonien bezeichnet werden. Ihre Anzahl wächst wie die der Retziusstreifen mit der Länge des Schmelzmantels. An der Konvexfläche von Eckzähnen stellte ich mehr als 40 Wechsellagen fest. Je nach der Durchschneidung der Prismen in ihrem Bogenverlauf ergibt sich ein Band quergetroffener Prismen, wie in Abbildung 2a = Nr. 4 zum Ausdruck kommt. In reinen Querschliffen wechselt ebenfalls dunkles Feld mit hellem Feld von der Dentingrenze zu SOH senkrecht zu den Retziusstreifen. Ferner scheint mir Korrelation zum Dentin zu bestehen, indem dort entsprechend der Schreger'schen Schmelzstreifung ein ein v. Korff'scher Faserkegel mit einer helleren Partie wechselt. Am besten ersichtlich ist letzteres an Schliffen nicht durchgebrochener Zähne, folglich mit nicht abgeschlossener Bildung. — Anhang Abb. 2c = Nr. 5. — Bei normal resorbierten Milchzähnen, jedenfalls infolge der molekularen Feinheit des Schmelzaufbaues, fand ich diese Schreger'sche Streifung in den von mir untersuchten Präparaten nicht oder nicht besonders ausgeprägt, dagegen wieder mehr in persistierenden Milchzähnen. Die Ursache konnte ich im Rahmen dieser Arbeit noch nicht genügend ergründen.

Außer den bisher erläuterten Erscheinungen am Zahnschmelz interessieren weitere, die gleichfalls von der Zahndentingrenze bis zu SOH reichen und sich makroskopisch als Linie in der Richtung der Schmelzprismen repräsentieren. Mikroskopisch

und in färberisch oder mit Säuren behandelten Schliffen zeigt sich aber, daß diese in zwei Arten zu teilen sind. In erster Linie handelt es sich um Schmelzsprünge. Diese wieder unterscheiden sich in prähistorischer, in solche traumatischer Art und in Kunstsprünge beim Schliff. Letztere beide Arten sind leicht verständlich, bedürfen keiner eingehenden Erläuterung. Die prähistorischen Sprünge sind nach meiner gewonnenen Anschauung dahin zu erklären, daß beim Bildungsgang Zerrungen im Schmelzgewebe auftreten. Einerseits nehmen an dem Aufbau des Zahnes, worauf ich erneut verweisen muß, zwei Keimblätter, Ektoderm und Mesoderm teil. Wie schon einmal hervorgehoben, brauchen beide in ihrer Tätigkeit nicht immer gleichen Schritt zu halten, jedes kann für sich als ganzes Organ oder in einzelnen Zellenkomplexen Störungen unterworfen sein, ebenso kann als Folge der Ernährung eine genügende, eine verminderte oder eine gesteigerte Zufuhr von Aufbaustoffen in mehr oder minder proportionaler Zusammensetzung der für Zahnbein resp. Schmelzbildung erforderlichen chemischen Bestandteile stattfinden. Für Gewebszerrungen dürfte besonders gesteigerte Stoffzuführung zu einem raschen Bildungsgang führen, wozu individuelle Eigenheiten kommen. So äußern sich individuelle Eigenheiten in starker Betonung der Zahnform, die z. B. an den labialen bzw. buccalen Seite starke Konkavbildung der Eck- oder Schneide-Zähne und damit des Schmelzmantels mit sich bringt. Vor allem bei Milchzähnen ist dies vielfach der Fall. Derartige Bildung kann leicht Zerrungen im Gefolge haben. Gleiche oder ähnliche Wirkung wird ein Zurückbleiben eines Prismenbezirks infolge Zellfunktionsstörung bei ungestörtem Fortschritt des Nachbarbezirks haben.

Solche Vorgänge, die derartige Zerrungen, prähistorische Sprünge, im Gefolge haben, sind besonders maßgebend für nachfolgende Gebilde, für die Schmelzlamellen, allerdings nur der organischen Art. Diese riefen eine Reihe von Forschern auf den Plan. Die Einzelurteile kann ich nicht an dieser Stelle bringen, nur wenige der neueren Forscher und Autoren seien herausgegriffen.

Gottlieb betrachtet die Lamellen als Sprünge, in die organische Substanz hineingewuchert. Walkhoff führt sie als Anomalien der Schmelzverkalkung an. Orbàn unterscheidet morphologisch zwei Arten: Lamellen aus unverkalktem Schmelz und Lamellen aus Gewebe, das aus der Umgebung in den Schmelz hineinwuchert. W. Meyer wieder bringt sie unter seiner Erörterung über Schmelzbüschelformen und will in ihnen wie in den Büscheln — hierüber später — nur Blätter minderver-

kalkter interprismatischer Substanz erblicken. Er schreibt: „Endlich sieht man in gewissen, nicht immer gleich weiten Abständen voneinander Büschel direkt bis zur Schmelzoberfläche ziehen. Man bezeichnet sie aber nicht mehr als Büschel, sondern als Lamellen". Und weiter: „Diese Lamellen bekommt man genau wie die Büschel nur im Querschliff zu sehen, weil man sie direkt über die Kante betrachtet. — Wir müssen die Lamellen als Zwischenwände ansprechen, die aus minderverkalkter interprismatischer Substanz bestehend, zwischen die übrigen stark verkalkten Schmelzschichten geschaltet sind, u.s.f.".

Nach meinen aus eingehenden Untersuchungen gewonnenen Eindrücken kann ich dieser Deutung der Lamellen nicht beipflichten, womit ich nicht behaupten will, daß derartige Formen von Lamellen nicht da und dort vorkommen und mir nur bei meinen angewendeten Methoden und Hilfsmitteln entgangen sein können. Das allerdings kann ich sicher behaupten, daß sie in der Art und Häufigkeit, wie solche W. Meyer kennzeichnet, kaum allgemein in allen Zähnen vorkommen.

Treffend kurz dagegen führt J. M ü n c h die Lamellen und deren Wesen auf: „Man kann solche Lamellen in fast allen Zahnschliffen finden und durch leichte Ansäuerung des betreffenden Schliffes nachweisen. Es handelt sich dabei zweifellos um organische mehr oder weniger v e r h o r n t e Bestandteile des Schmelzes, welche von seiner Peripherie gelegentlich bis zur Dentingrenze ziehen und bei Säureeinwirkung ähnliche Beschaffenheit wie das Schmelzoberhäutchen zeigen. Für die Entwicklung dieser Gebilde dürften entwicklungsgeschichtliche Zusammenhänge maßgebend sein".

Diese Festtellungen konnte ich bei meinen Untersuchungen voll und ganz bestätigt finden. Ich säuerte angeschliffene Zähne, wie auch dünne Schliffe leicht an und behandelte sie dann färberisch. Überall zeigte sich der Charakter der als Lamellen anzusprechenden Schmelzgebilde ähnlich oder gleich des vom Schmelzoberhäutchens je nach Grad der Verhornung. Vor allem zeigte sich deutlicher Übergang bzw. Zusammenhang mit dem Schmelzoberhäutchen, so daß sie sich in gut angesäuerten Präparaten beim Loslösen des SOH mit herausziehen lassen. Dies ist ein Zeichen, daß sie nicht unverkalkte Zwischenwände darstellen, sondern daß sie das sind, wie J. Münch angibt — vergleiche oben — und nach Orbàn: „Epithel bedeckt die Oberfläche, und wir sehen Zellen, die offenbar aus dem Epithel stammen, in den Spalt hineingewuchert, eine Lamelle bilden". Ich fand diese Art Lamellen (— SOH ähnlicher Beschaffenheit —) vor allem oder nur an den Stellen der Zähne, an denen starke Einfaltungen, Einschnürungen oder starke

Konvex- oder Konkavbildungen waren, daher besonders in fast allen starken Fissuren, an großen Kauflächen mit breiter unterer Fissurenbasisfläche oft mehrere Lamellen dicht beisammen, das gleiche bei Schneide- und Eckzähnen an sehr scharfen Konkavstellen. Ferner treten sie einzeln auf an hohen Schneide- und Höckerspitzen, an denen die Schmelzmantel-(Retziusstreifen) Richtung wechselt. Weniger fand ich Lamellen bei Schmelz, der als ausgeglichen gelten kann, der keine besonders verbreiterte Retziusstreifen, dagegen bis ans SOH reichende, in ganzer Zahl deutlich hervortretende Schreger'sche Streifung und keine bemerkenswerte Schmelzdefekte aufwies. Verständlich ist dieser Bildungsgang: Bei Zähnen mit nahezu überbildetem Schmelzmantel starke Kräftewirkung beim Zahnwachstum, bei Aufnahme der Kalksalze (und Verkalkung der Prismen) entstehende Gewebszerrungen (Sprünge), bei schwacher Zahn- und Schmelzentwicklung infolge Zellunterfunktion in Einzelbezirken gar nicht entwickelte oder schlecht verkalkte Prismen; somit in beiden Fällen Gelegenheit zum Eindringen von äußeren Zellelementen — nach Orbàn: wir sehen Zellen, die offenbar aus dem Epithel stammen, in den Spalt hineingewuchert, Lamellen bilden. Hiezu Möglichkeit der Wirkung von Verschiedenartigkeit auftretender störender Kräfte der für Schmelz und Zahnbein beteiligten Keimblätter. Damit ist auch verständlich, warum oft Sprünge und Lamellen vergesellschaftet zu finden sind: Erstere (prähistorische) bieten Gelegenheit zum Eindringen von Lamellen, die Anwesenheit letzterer als störender Schmelzanteil läßt leicht Schmelzbruch bei übermäßiger Inanspruchnahme und bei Bearbeitung (Schliff) zu.

Ferner mußte ich feststellen, daß diese Lamellen nicht — wie Meyer für seine Lamellen unverkalkter interprismatischer Substanz behauptet — durch den ganzen Schmelzmantel reichen, sondern nur im Bereiche des veranlassenden Schmelzbezirks sich finden. Sie hören also auf mit Änderung der jeweiligen Schmelzpartiegestaltung, mit der Fissur endigen sie seitwärts mit dieser, bei den Konkavflächen mit dem Übergang dieser in die Seitenflächen, usf.. Zur Feststellung schliff ich angesäuerte Zahnkronen an, behandelte sie dann zur Kenntlichmachung der Lamellen mit Eosin und Fruchtsäure mittels Kochmethode und schliff dann von beiden Seiten so lange, bis sie aufhörte. Die Lamellen lassen sich also nach meinen Studien, der jetzt herrschenden Anschauungen und nach meinen Untersuchungsbefunden dahin präzisieren: Schmelz-Lamellen sind nicht wesenseigene Bestandteile des Schmelzes, sie sind vielmehr Folgeerscheinungen von Schmelzdefekten entwicklungsgeschichtlicher Art. Ihrem Wesen nach sind sie dem SOH verwandt, haben

somit Verhornungscharakter, sind epithelialer Herkunft. Sie ziehen vom SOH, mit dem sie zusammenhängen, also von der Schmelzoberfläche gegen die Schmelzdentingrenze, gelegentlich in das Dentin hinein, wenn die Schädigung sich dorthin auswirkte, und verlaufen in der Schmelzprismenrichtung. Ihr mehr oder weniger häufiges Auftreten hängt ab von der Struktur des Schmelzmantels: Übermäßige Fissurenbildung, ausgeprägte Konkavflächen, starke Höcker, usf., d. h. überall dort, wo bei stark wirkenden Schmelzbildungskräften sprungähnliche Zerrungen oder bei krankhaften Störungen während der Schmelzbildung infolge schlecht oder gar nicht verkalkter Prismen freie oder für Epithelien leicht von der Oberfläche aus durchdringbare andere Defekte entstanden sind. Diese Epithelwucherungen in Lamellenform werden somit gewissermaßen „Schaltgruppen von Schmelzprismen zur Raumfüllung". Folglich ist ihr Auftreten gering oder gar nicht vorhanden in Zähnen, deren Schmelzmantel als normal gebildet anzusehen ist. Gelegentlich mögen noch Lamellen anderer Art, wie sie W. Meyer beschreibt, als unverkalkte Prismenblätter vorkommen, die nach dessen schematischer Darstellung von einem Schmelzrand den Schmelz bis zum anderen Schmelzrand durchziehen sollen.

In meinen Mikrophotos ist eine Reihe von Lamellen zu erkennen; Mikrophoto Nr. 6 birgt eine Sonderheit einer solchen.

Beim Studieren der Schmelzlamellen wird der Blick ohne weiteres bei gewissen Schliffen auf reichlich auftretende Bilder gelenkt, auf die Schmelzbüschel. Von der Schmelzdentingrenze ziehen Parallelgebilde bis etwa in die Mitte des Schmelzes, wo sie sich fächerartig aufteilen, — nach Caush „fächerförmige Tubenbündel" —. Diese Büschel erfahren in der Literatur keine einheitliche Deutung. Hierzu will ich aus der Literatur der neueren Zeit anfügen: W. Meyer, der ja bereits die Lamellen als Büschel bezeichnet, führt aus: „Durch den eigenartigen Verlauf der Schmelzprismen kommen nun bei minderer Verkalkung der interprismatischen Substanz ganz eigentümliche Bilder zustande, die ihres charakteristischen Aussehens wegen als Büschelbilder des Schmelzes bezeichnet werden. Früher hat man von Schmelzbüscheln gesprochen, weil man der Meinung war, es handle sich um Gebilde sui generis. — es ist deswegen richtiger von Büschelbildern des Schmelzes zu sprechen, weil man damit gleichzeitig zum Ausdruck bringt, daß es sich nur um Eigenheiten des Schmelzes handelt". Weiter ist nach Meyer die Büschelform gewissermaßen ein Trugbild: „—, da erscheint ein einzelner Halm, der aus nichts anderem besteht, als aus interprismatischer Substanz".

Nach Orbàn stellen sich die Büschel so dar, als ob sie sich aus einzelnen „Halmen" tatsächlich zusammensetzen, die in den

verschiedenen Schmelzlagen die Verlaufsrichtung der Prismen mitmachen.

Eine andere Darstellung findet sich bei Kantorowicz, wobei vermutlich auch eine andere, nicht so charakteristische Erscheinung ins Auge gefaßt ist. — Anhang Abb. 1. Dort heißt es: „Die Schmelzprismen sind hier (— gemeint Schmelzdentingrenze —) oft nur mangelhaft verkalkt und dabei zopfartig aufgerollt; dadurch kommen die abgebildeten Büschel zustande". Nach diesen beiden letzteren Forschern oder Autoren möchte ich die ersichtlichen Büscheln teilen in charakteristische und in weniger charakteristische. Von ersteren findet sich bei Meyer: „Die Büschelbilder, wie sie in Abb. 31 (gemeint ist die Abb. 31 in Meyers Lehrbuch der normalen Histologie) so charakteristisch dargestellt sind, sieht man eigentlich nur im Querschliff vom Schmelz und zwar befinden sie sich in größerer Anzahl mehr in der Gegend des Zahnhalses". — Hiezu gestatte ich mir auf mein Mikrophoto Nr. 7 = Abb. 4 im Anhang zu verweisen.

Richtig ist sicher, daß sich solche Büschelbilder, wie ich an einer Reihe von Schliffen fand und zu enträtseln suchte, in größerer Anzahl im Querschliff in der Zahnhalsgegend repräsentierten, daß sie aber so charakteristisch nicht n u r in Querschliffen in Erscheinung treten, sondern ebenso charakteristisch auch im Längsschliff, wie Mikrophotos Nr. 8, 9 = Abb. 4a und b und Nr. 6 = Abb. 3 im Anhang beweisen und wie ich an weiteren Längsschliffen feststellte.

Desgleichen fand ich die sichtlich bei Kantorowicz gemeinten, weniger charakteristischen Schmelzbüschel. Letztere sind leicht erklärlich, wenn wir nach v. Beust die Schmelzmatrix auffassen: „Die anorganischen Salze, welche in die Struktur dieses Gewebes dringen, werden sekundär, wahrscheinlich durch Dialyse in einer h o r n a r t i g e n Matrix abgelagert. Die abgelagerte o r g a n i s c h e Matrix ist genau wie die Schmelzbedeckung eines ausgewachsenen Zahnes. Andere Forscher weisen für die Schmelzbüschel besonders auf die Schmelzdentingrenze hin, daß gerade dort vielfach sehr schlechte Verkalkung und dort reichhaltig organische Substanz sich findet, wie auch ich bei meinen Untersuchungen hinreichend bestätigt fand. Aus dieser Tatsache ergeben sich Bilder, wie sie Kantorowicz zeichnet, die mehr organischen Charakter tragen und keineswegs in charakteristischer Art bis gegen die Schmelzmitte sich ausbreiten; diese Art ist mehr an die Schmelzdentingrenze gebunden, zeigt ein ziemlich geschlossenes Bild. — Anhang Abb. 1.

Bei der Beurteilung der charakteristischen Schmelzbüschel oder Büschelbilder kann ich der Ansicht v. Ebners nicht folgen,

daß es sich um „ganze Blätter minderverkalkter interprismatischer Substanz" handle, ebensowenig der Meyers, daß sie sich durch Tiefenzeichnung eines einzelnen Halmes ergeben sollen, und auch nicht der Darstellung Orbàns, als Zusammensetzung der einzelnen Halme. Aus dünnen Schliffen (cfr. Anhang Mikrophoto Nr. 7 = Abb. 4), die ich angesäuert hatte und dann in Farben aufkochte, mußte ich vielmehr zu der Anschauung gelangen, daß es sich um gegen die Dentingrenze eng verflochtene Schmelzprismen handeln muß, wobei dortige organische Substanz, die sich mit Eosin rot färbte, in feinen Fäden, an den sich so bildenden wenig verkalkten Büschelenden entlang ziehen. Diese Büschel oder Büschelbilder sind nach meinem Dafürhalten wohl in der Form des Zahns begründet, da der Schmelzmantel gegen die Schmelzdentingrenze und gegen den Zahnhals enger wird. Nachdem die Schmelzprismen palisadenförmig quasi wie Stäbchen nebeneinander angeordnet sind, so müßten einzelne Prismenlagen oder Bündeln stumpf im Verlauf aufhören oder spitz auslaufen bei dem innen engeren Schmelzmantel. Etwas derartiges ist aber nicht zu finden. Dagegen ist die engere Verflechtung von Prismen dazu geeignet, eine Verengerung des inneren Schmelzmantelkreises ohne Aufhören einzelner Prismen zuzulassen. Das Bild eines einzelnen Halmes kann aber gerade aus „fächerförmigen Tubenbündel" resultieren, indem beim dünnen Schliff immer von den gegen die Schmelzmitte fächerförmig seitlich ausstrahlenden Prismen in Fortfall kommen.

Vermutlich hatte v. Beust ähnliche Gebilde im Auge, wenn bei seinen Hinweisen auf Schmelzernährung folgende Darstellung gegeben wird: „Die fissurähnlichen Strukturen, die Lamellen und die eng damit verbundenen Figuren, aus denen die Lamellen kommen, welche von v. Caush „fächerförmige Tubenbündel" genannt werden, bilden Parallelreihen der capillaren Zwischenräume. Wie durch Säurereaktion bewiesen ist, bilden sie gefüllte Zwischenräume, durch die und um welche Farbstoff in den Schmelz geleitet werden kann".

Im Zusammenhang damit, nachdem mit der Anführung v. Beust's auf die Schmelzernährung hingewiesen ist, will ich auf andere Gebilde an der Schmelzdentingrenze eingehen. Die reichhaltige Literatur, die gerade dieser Schmelzanteil hervorgerufen hat, kann ich innerhalb dieser Studie nicht mehr ausführlich berücksichtigen, sondern will direkt mehr auf meine eigenen Versuchs- und Beobachtungsergebnisse eingehen, wobei an geeigneten Stellen kurze Hinweise auf die Literatur erfolgen sollen. Vom Dentin her sieht man — cfr. Anhang Mikrophotos Nr. 10, 11, 12 = Abb. 5, 6, 6a, b, — Fasern in den Schmelz ragen und zwar zweierlei Art. Eine Art verläuft in feinsten Spitzen,

gelegentlich mit ebenso feinster Seitenverästelung oder auch Endplatten bildend in den Schmelz, die andere Art erscheint kolben- oder keulenförmig. Während erstere dem Verlauf der Prismen folgen, sind letztere zur Prismenrichtung winkelig gegen die Schmelzdentingrenze abgebogen, wobei der kleinere Winkel gegen die Schmelzrandseite = Zahnhalsseite liegt. Soweit ich bis jetzt feststellen konnte, finden sich die spitzen und die endplattenförmig auslaufenden fast nur in den Spitzen (Schneiden und Höckern), die kolben- und keulenförmigen ebenda und an den Seitenflächen, beide Arten konnte ich seltener gegen die unteren Schmelzmantelflächen entdecken. Sehr stark ausgeprägt waren die kolben- und keulenförmigen in den Zapfenzähnen zu finden. Ihre Entstehungs-Ursache und Bedeutung ist noch nicht geklärt. Während z. B. die einen Forscher deren Auftreten auf Resorptionswirkungen durch die Ameloblasten am Dentin, wobei einzelne Kanälchen stehen bleiben, zurückführen, messen ihnen andere Autoren Bedeutung für die Schmelzernährung bei. Im ersteren Falle als Abbauerscheinung wären diese Fasern für den Schmelzaufbau und seiner Erhaltung belanglos, sie wären sozusagen ein störendes Gebilde. Im zweiten Falle stellen sie eine lebenswichtige Erscheinung dar, müssen vorhanden sein. Eine eingehende Betrachtung im mikroskopischen Bilde möchte beide Momente als gegeben erscheinen lassen. Die kolbigen- oder keulenförmigen sind, wie bereits erwähnt, winkelig in Richtung gegen den Schmelzrand abgeknickt, also nach der Richtung des fortschreitenden Schmelzmantelaufbaues von der höchsten Erhebung (Spitze, etc.) gegen den späteren Zahnhals. Ihre winkelige Neigung könnte demgemäß eine Folge der nach dieser Richtung wirkenden Druckkräfte des inneren Schmelzepithels mit Ameloblastenanlage sein, nachdem ja das Dentingerüst nach dem entwicklungsgeschichtlichen Abschnitt des Zahnes vor der Schmelzausscheidung sich gebildet hat, wobei Einzelfasern leicht vorgetrieben werden können, daß also nicht einmal Resorption seitens der Ameloblasten für deren Auftreten resp. Verbleiben nötig ist. Die kolbige oder keulenförmige Gestalt und die Richtung wäre dann eine Folge der Pressung bei der von der Spitze, Schneide, Höcker gegen den Zahnhals fortschreitenden Prismenbildung und deren Verkalkung, wobei sich Kalksalze an den vorhandenen Dentinfasern anlegen und optisch ein anderes Bild infolge ihrer anderen Richtung ergeben als die Prismen. Eine zweite Deutung wäre möglich vom Gesichtspunkt der Ernährung, wobei beide Arten der Schmelzdentinfasern begründet sein können, ähnlich der Rolle der Blutgefäße: arterielle und venöse Blutgefäße. Von diesen Erwägungen aus würden die einen Fasern (spitzen) für die Zuführung der Ernährungs-

stoffe oder Gewebssäfte zu sorgen haben, die anderen (kolbigen oder keulenförmigen) für die rückläufige Bewegung. Diese für den Schmelz nach meinem Dafürhalten bedeutsamste Frage ist ja noch keineswegs geklärt, hat nach meinen bisherigen Feststellungen in der Literatur noch nicht einmal das Interesse gefunden wie manche andere weniger bedeutsame Schmelzeigentümlichkeit, obgleich mit der Klärung gerade dieser Frage nach meinem Ermessen die ganze Erhaltungskunde des vermeintlich fertigen Schmelzes mit einem Schlage auf eine ganz neue Grundlage biologischer Art gestellt werden müßte. Hierbei müßte vor allem dem Einfluß der Zahnpulpa und deren Erhaltung mehr Beachtung geschenkt werden, worauf begrüßenswerter Weise J. Münch in neuerer Zeit bereits die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Aber auch in diesem Falle behält die Frage der Dentinfaserfortsätze in den Schmelz für dessen Erhaltung durch Stoffwechselaustausch die Hauptbedeutung. Ein solcher Stoffwechselaustausch oder Ernährung des Schmelzes wird von einigen Forschern bejaht, von anderen rundweg abgelehnt oder bestritten. Um der Klärung dieser Frage näher zu kommen, d. h. der Frage, ob diese Schmelz-Dentinzusammenhänge mittels Dentinfaserfortsätze überhaupt Flüssigkeit in den Schmelz leitet, brachte ich Zähne direkt nach Extraktion in Farblösungen. Aus diesen Zähnen stellte ich Längsschliffe her. Wenn ich meine Versuche nach dieser Richtung auch nicht als abgeschlossen betrachte oder betrachten kann, die Frage nicht prüfen konnte, ob auf osmotischem Wege mittels der Fasern oder infolge Diffusionsvermögen meiner Farbflüssigkeiten die Anwesenheit von Farbstoffen im Schmelz der Schliffe zeigte, so ist immerhin erwiesen, daß Permeabilität zwischen Dentin und Schmelz vorhanden ist. Die Tatsache, daß die Farbe direkt nur im Bereich der spitzen Dentinfasern über deren Spitzen hinaus in meinen bisherigen Versuchen deutlich in Erscheinung trat, dürfte dazu ein Beweis dafür sein, daß die Fasern die Vermittlerrolle spielen. Daraus dürfte hervorgehen, daß vitale Vorgänge im Schmelze stattfinden können, daß also auch Kalksalze noch in den vermeintlich fertiggebildeten Schmelz gelangen können. — Hiezu meine Mikrophotos Nr. 8, 9, 10 = Abb. 4a und b, 5. — Freilich handelte es sich bei meinen Versuchen um extrahierte Zähne, so daß daraus noch kein direkter Schluß auf vitale Vorgänge während der Funktionsdauer im Schmelze stattfinden kann, vor allem damit noch nicht der Beweis erbracht ist, ob eventuell zugeleitete Nährstoffe auch assimilieren. Daß dies aber doch mit Wahrscheinlichkeit stattfindet, darin bestärkt mich eine weitere Feststellung im Schmelze: feinste Kanälchen, die ich sicher als Ernährungskanälchen ansprechen zu müssen glaube, wie solche

bereits J. Münch, der seinerseits zu den Autoren gehört, die die Schmelzernährung bejahen, festgestellt und im Mikrophoto gezeigt hat. Ferner scheint mir für Schmelzernährung auch zu sprechen, die Farbänderung bei jugendlichen Zähnen, z. B. persistierender Zähne bei lebender Pulpa, außerdem das Brüchigwerden von Zähnen mit toter Pulpa, usf.. Weiter kann ich meine Erörterungen über diese Frage hier nicht ausdehnen, da ich meine Versuche noch nicht als abgeschlossen betrachten kann und damit kein maßgebendes Urteil mir bilden konnte. Ich muß Ergebnisse weiterer Versuche einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

Mit den bisher aufgeführten Eigentümlichkeiten des Schmelzes ist deren Zahl noch keineswegs erschöpft. So finden sich im Schmelzinnern kleinere und größere Bezirke minderer Verkalkung, die unter den Begriff: Innere Schmelzhypoplasien fallen. Die Retziusstreifen, die je nach Ausmaß infolge Verkalkungsstörungen ebenfalls den inneren Hypoplasien zuzurechnen sind, sind weiter vorne beschrieben. An dieser Stelle will ich nun zu den inneren Schmelzhypoplasien, die in der Literatur einen breiten Raum einnehmen, die Ausführungen einiger Autoren bringen:

J. Münch bringt hierfür folgende Darstellung: „Alle Erkrankungen im Kindesalter, welche während der Anlage und Entwicklung der Zähne auftreten, und auf Stoffwechselstörungen beruhen, können für die Entstehung der Hypoplasien verantwortlich gemacht werden. Besonders regelmäßig und in ausgesprochenem Maße kann man sie finden bei Tetanie im Kindesalter und vor allem bei Rachitis. Die ursächlichsten Momente der dabei auftretenden Störungen des Kalkstoffwechsels sollen nach neueren Untersuchungen in Veränderung des innersekretorischen Drüsensystems, vor allem der an der Schilddrüse liegenden Epithelkörperchens (Glandulae paratyreoideae) bestehen". Und weiter: „Gelegentlich kommen Zähne zu Gesicht, deren Oberflächenform völlig normal erscheint, trotzdem der Schmelz schwere Verkalkungsstörungen aufweist. Treten solche kalkarme Räume bis nahe an die Oberfläche heran, so schimmern dieselben kreideweiß durch. Diese Erscheinungen werden in der Literatur als innere Hypoplasien bezeichnet."

Walkhoff führt diese Strukturanomalien auf Vitaminmangel zurück, indem er schreibt: „Bei den für die Zähne des Menschen in Betracht kommenden Anomalien wird es sich deshalb in den weitaus meisten Fällen nur um Veränderungen der Struktur handeln, die ich mit „inneren" Hypoplasien des Schmelzes und

Einen weiteren ähnlichen Fall fand ich am 2. Milchmolaren, unten rechts, bei einem 9jährigen Mädchen. Nach der Entfernung dieses Zahnes erwies sich, daß die Wurzeln wenig resorbiert waren, gute Härte bis an den Schmelzansatz zeigten. Der vorhandene Schmelz bildete nur einen leichten, zackigen Ansatz rings um den Zahn mit teilweiser vollständiger Unterbrechung.

In beiden Fällen wiesen die Zähne keine direkt sichtbaren Absonderlichkeiten auf außer der üblichen Karies geringeren Ausmaßes und Zahnhalsbelag, der von schlechter Mundpflege herrührte. Es kann sich hier somit nach meinem Dafürhalten nur um Störung lokaler, vermutlich traumatischer oder mechanischer Art handeln. Der 2. Fall freilich zeigt große Ähnlichkeit mit einer anderen Beobachtung. Bei einem 8jährigen Mädchen waren die Milchmolaren unten links und desgleichen oben rechts der völligen Zerstörung anheimgefallen, während die betreffenden Antagonisten jeweils weder von wesentlicher Karies ergriffen waren, noch sonstiges äußeres abnormes Bild zeigten. Die zakkigen Zahnränder der schwarz verfärbten Kronenmasse ließen geringe Schmelzanlage erkennen, so daß der Eindruck von Osteogenesis imperfekta erweckt wurde. Verursacht wird wohl diese wie J. Münch nach Adloff anführt, durch Absplittern des Schmelzes infolge Änderung des Spannungsverhältnisses zwischen Schmelz und Dentin, die durch das verkrüppelte unvollständig ausgebildete Zahnbein hervorgerufen wird. Im vorliegenden Falle dürfte sicher zudem Vererbung eine Rolle spielen.

Nach dieser kleinen Abweichung durch praktische Fälle, die schon über innere Schmelzhypoplasien hinausgehen und eigentlich totalen Schmelzverlust vor Augen führen, greife ich nochmals auf Walkhoff zurück. Weiter oben habe ich seinen Hinweis für Strukturanomalien im Schmelze auf Vitaminmangel angegeben. Er kennzeichnet indessen noch weitere Momente für solche Strukturanomalien bzw. Schmelzdefekte und Hypoplasien, wobei er György anführt: „György sagt aber dann treffend weiter: Jede (!) auch nur vorübergehende Stoffwechselstörung (!) wie z. B. Infektionskrankheiten können Anlaß zu einer rasch ausgeglichenen Ossifikationsstörung führen, die dann bei den Zähnen in Form der Schmelzhypoplasien in Erscheinung tritt". Walkhoff bringt damit zum Ausdruck, daß Strukturanomalien im Dentin und Schmelz gleichzeitig hervorgerufen werden können. Solche im Dentin und Schmelz auftretenden Strukturanomalien kennzeichnen sich dann an der Schmelzoberfläche nicht selten als tiefe Furchen und Grübchen. Mit derartigen Ausführungen gibt also Walkhoff Erkrankungen als Grund für Schmelzdefekte, Strukturanomalien an. Noch später verweist er auf die Bedeutung der richtigen Ernährung für die Zahnbildung

also auch für die des Schmelzes, wobei er besonders bei der heutigen Kostzubereitung der Kulturvölker die Vernichtung der Vitamine betont. Seine Angaben über die Auswirkung lauten: „Die hauptsächlich in einer mangelhaften Verkalkung der organischen Grundlage als Folge einer Zellfunktionsstörung bestehenden Entwicklungsfehler bilden den eigentlichen Grund für die eventuelle, spätere Schädigung bzw. Zerstörung der harten Zahnsubstanzen, sei es durch eine schneller verlaufende Abnützung oder gar Frakturen derselben, besonders jedoch durch die Zahnkaries." Dem von anderer Seite hervorgehobenen Einfluß der Vererbung von Zahn-Strukturanomalien mißt Walkhoff keine besondere Bedeutung bei, indem er vielmehr bei seiner derartigen Erörterung erneut auf die Vitaminversorgung die Betonung legt.

Aus den Ausführungen der verschiedenen Autoren und meinen vorliegenden Versuchen und aus der Praxis gewonnenen Anschauung glaube ich die Strukturanomalien, die unter den Begriff Schmelzhypoplasien fallen, etwa in folgende Sätze zusammenfassen zu können: Innere Schmelzhypoplasien sind Stellen minderer Verkalkung größeren oder kleineren Umfangs, so daß das organische Gerüst im mikroskopischen Bilde, besonders nach Säureeinwirkung stärker hervortritt. Ätiologisch sind diese inneren Hypoplasien begründet in verminderter vitaler Energie der Ameloblasten. Hiezu geben verschiedene Momente Veranlassung: Erkrankungen im Kindesalter, Hypofunktion des beeinflussenden endokrinen Drüsensystems, die Art der Ernährung, besonders Mangel an Vitaminen, sowie eventuell Vererbung. Jedes dieser Momente kann für sich allein, mehrere zusammen oder in ihrer Gesamtheit wirken. Dementsprechend wird auch die Auswirkung geringer, einschneidender oder gar zerstörend sein. Denn es interessiert ja schließlich für die Praxis weniger die Entstehung und die Art der Hypoplasien als vielmehr deren Folgen für den betroffenen Zahn oder das Zahnsystem. Verschiedentlich habe ich schon hervorgehoben oder gestreift, daß diese inneren Hypoplasien je nach Stärke ihres Auftretens besonders, wenn sie nahe der Schmelzoberfläche bereits makroskopisch sichtbare Vertiefungen im Gefolge haben oder „kreideweiß" durchschimmern, schwere Schmelzstörungen sind. Aber gleich, ob sie auf der Oberfläche sichtbar sind oder nicht. Sie stellen eine geschwächte Schmelzstruktur dar und leisten so der Einwirkung zerstörender Kräfte Vorspanndienste, sie bilden nicht nur die Eingangspforte für die gefürchtete „an der Spitze aller Zahnkrankheiten" stehenden Zahnkaries, sondern vor allem das Ausbreitungsgebiet hiefür, so daß es dort nach Münch „in der Regel

zum rapiden Zerfall der Hartsubstanz" kommt. In dieser Zusammenfassung liegt der ganze Wert, besser Unwert der Schmelzhypoplasien, überhaupt der Strukturanomalien des Schmelzes, wie auch die verheerende Wirkung der Zahnkaries.

Auf alle Einzelheiten der Zahnkaries, die in Lehrbüchern und in der Literatur einen breiten Raum einnehmen, einzugehen, erübrigt sich. In knapper Form nur einiges über Arten der Karies. Wie weiter vorne ausgeführt, unterscheidet die Literatur: Karies humida und Karies sicca. Für das rasche Zerstörungswerk der Karies humida sind die aufgeführten Schmelzdefekte und Schmelzhypoplasien die begünstigenden und fördernden Momente. Hiezu zählen also an der Oberfläche die Fissuren besonders bei starker Faltenbildung, die Furchen und Grübchen als Ausdruck der verbreiterten bis zur Oberfläche reichenden Retziusstreifen und anderer innerer Schmelzhypoplasien, die dann das Ausbreitungsgebiet werden. Nach innen für den Fortschritt der Karies humida dienen fördernd die Schmelzsprünge und die Schmelzlamellen. Für das Ausbreiten dieser Krankheit über den Schmelz hinaus, ist die Häufung organischer Substanz, sowie reichlich unverkalkte Partien an der Schmelzdentingrenze verantwortlich zu machen, wie solche an der Dentingrenze selbst — ich erwähne nur die noch wenig in der Literatur berücksichtigten Konturstreifen. — Anhang Abb. 1a. und 4a. — Für die Karies also an dieser Schmelz- und Dentinzone ein ausgezeichnetes Ausbreitungsgebiet, daß sie bald nicht nur den Schmelz ausgiebig zerstört hat, sondern auch im Dentin zerklüftend wirkt, zur unterminierenden Karies wird. — Hierzu Anhang Mikrophoto Abb. 7 = Nr. 14. — Den Kariesbeginn sieht man makroskopisch als weißlichen Fleck durchschimmern, woselbst der Schmelz mit zunehmender Entkalkung rauh wird und infolge der Einlagerung von Farbstoffen, die hauptsächlich aus den Nahrungsmitteln und Bakterien stammen, pigmentiert wird, so daß dann bräunliche und schwarze Höfe oder flächenhafte Abgrenzungen von dem gesunden Schmelze sich abheben. Keineswegs aber müssen solche Verfärbungen das Zeichen fortschreitender Karies bedeuten. Bleibt die Karies beim Beginn, z. B. durch Beseitigung von atypischen Prädilektionsstellen, infolge Entfernung des Nachbarzahnes oder durch Ausschleifen, so daß die Retentionsstelle beseitigt wird, so bleibt nur der braune bis schwarze Fleck, Kariesmarke genannt. Damit ist nicht gleichzusetzen eine bei Milchzähnen eigenartige Dunkelfärbung, die sich aber nicht wie bei ähnlicher oder gleicher Dunkelfärbung und Rauhigkeit der Entkalkung bei Karies auszeichnet, sondern durch harte, glatte, mattglänzende Oberfläche und sanft abgerundeten Rändern. Weiteres hierüber bei Milchzähnen. — Hiezu Mikrophoto Nr. 17 = Abb. 10.

Ferner bieten ebenfalls bereits makroskopisch ersichtlich ein anderes Bild glattpolierte, braune Flecken, die meist ringförmig auf den stark abgenutzten (abrasierten) Kauflächen der Zähne (Molaren) auftreten zwischen Schmelzmantel und Dentinkronenmantel. Im Schliffe erscheinen, gleichfalls makroskopisch erkenntlich, diese Oberflächenflecken als kegelförmige Ausschnitte, die entweder bräunlich-schwarze, braune oder nur gelbliche Färbung aufweisen. Es handelt sich hier um die sogenannte Karies sicca, deren Wesen trotz der immerhin reichlichen Literatur noch nicht als geklärt betrachtet werden kann. Vermutlich stellt diese aber nichts anderes dar als Folgeerscheinungen einer ausgeheilten oder zum Stillstand gekommenen Karies humida. Ätiologisch dürfte schlechte Struktur bei der Schmelzbildung in Frage kommen, während das Dentin des betreffenden Zahnes normalen Bildungsgang hatte und der Zahn funktionstüchtige Pulpa zur Zeit der beginnenden Karies humida. Folglich wird der frühzeitig von der Karies humida ergriffene schwächliche Schmelz stark abgenutzt, wobei durch energische Abwehrmaßnahmen der Pulpa durch Reizdentinbildung ein weiterer Fortschritt verhindert wird. Demgemäß erweisen sich im mikroskopischen Bilde meiner diversen Schliffe solcher Zähne, die kegelförmig erscheinenden Ausschnitte als verfärbtes Dentin. Die Pulpa selbst ist in allen untersuchten derartigen Zähnen jedenfalls infolge ihrer Hyperfunktion bei den Abwehrmaßnahmen stark oder ganz atrophiert. Solche Zähne sind nach meiner Beobachtung nur Personen eigen von annähernd gleicher Konstitution, dem athletischen Typ. Nach Kantorowicz — er nennt die Art stationäre Karies — sollen fast ausschließlich die Kaufläche der ersten Molaren befallen werden. Ich fand indessen eine ganze Anzahl 2. und 3. Molaren und zwar bisher nur Zähne im Unterkiefer.

Diese Kariesform, die meist ringförmig auf der Kaufläche sich findet, hat eine Gegenerscheinung in der sogen. zirkulären Karies, die bei Milchzähnen noch näher gekennzeichnet wird.

Mit diesen Ausführungen habe ich versucht, auf Grund meiner vorläufigen Studie den Schmelz des menschlichen Zahnes in seinem normalen Werdegang und seinen Abweichungen zu veranschaulichen. Allerdings ist damit noch keineswegs die Gesamtmaterie erfaßt. Es bleibt vor allem noch der Schmelzdentinübergang, die Membrana limitans. Diese verläuft zwischen der aus Grundsubstanz bestehenden Membrana praeformativa des Dentins und den Ameloblasten-Fortsätzen, die ihrerseits nach Huxley von der Membrana praeformativa des Schmelzes, einer

zarten homogenen Lamelle bedeckt sind, bald als einfache, geschlängelte, bald mehr als arkadenförmige oder guirlandenförmige, feine Lamelle. Außerdem verbleiben noch eine Reihe von Fragen, die sich gerade aus der Schmelzstudie aufdrängen. So bedarf einer viel intensiveren Klärung die wichtigste Frage über Ernährungsmöglichkeit des Schmelzes und damit Beeinflussung des fertigen Zahnschmelzes durch Ernährung des Zahnes selbst, wie überhaupt die Beziehungen zwischen Schmelz und Dentin. Für eine umfassende Schmelz- und Zahnbildungs- und Zahnerhaltungskunde wird bei eingehender Schmelzstudie die Aufmerksamkeit ohne weiteres gelenkt auf die jeweilige Beschaffenheit und Verhalten des Dentins und ganz besonders auf das jeweilige Schicksal der Zahnpulpa. Damit rückt nicht nur die Ernährung gemeinhin, sondern deren Gehalt an Vitaminen nach Walkhoff in den Vordergrund und zwar nicht nur des Vitamins D, sondern auch A, B, C, die nach neuester Forschung die Frauenmilch in Verteilung enthält. Außerdem erfordert eine eingehende Schmelz- oder überhaupt Zahnforschung Berücksichtigung von Einflüssen aus Vererbung, Konstitution und vorübergehenden oder bleibenden Wirkungen von inneren Erkrankungen nicht allein im werdenden Zahn, sondern im vermeintlichen fertigen Zahn. Daraus ergibt sich, daß eine zweckmäßige Prüfung der harten Zahnsubstanzen am menschlichen Zahn eine Teilung in normale und in pathologische Histologie erforderlich macht. Folglich kann im Rahmen einer einfachen Schmelzstudie eine solche Aufgabe nicht gelöst werden. Diese kann vielmehr nur Merkmale liefern, worauf das Augenmerk zu richten ist. Meine bisherigen Ausführungen betreffen in der Hauptsache den Schmelz der menschlichen Zähne allgemein oder den der bleibenden. Doch erfolgten verschiedentlich Hinweise auf Erscheinungen, die nur Milchzähne aufweisen. Im Hinblick darauf und auf die für meine Schmelzstudie gestellte Aufgabe nunmehr gesondert, wenn auch kurze Darstellung des Schmelzes bei Milchzähnen.

Schmelz der Milchzähne!

Bevor ich auf den Schmelz der Milchzähne als solchen eingehen kann, erfordert das Milchzahngebiß und der Milchzahn einige Beachtung. Das Milchzahngebiß ist prädestiniert zum Wegbereiter und Schutz für den bleibenden Zahn, wobei es gleichzeitig die wichtige Aufgabe zur Nahrungsaufbereitung für den Gesamtkörperaufbau hat. Wie im entwicklungsgeschichtlichen Teil ausgeführt, bestehen hinsichtlich der Zahnleisten

geteilte Ansichten für die Bildung der Milchzähne und der bleibenden Zähne. Wenn man diesem Umstand Rechnung tragen will, so spricht man besser von Wechselzähnen oder Zähnen der 1. Dentition im Gegensatz zu den bleibenden Zähnen oder den Zähnen der 2. Dentition. Doch hat sich allgemein die Bezeichnung Milchzähne oder Kinderzähne so eingebürgert, daß kaum bei dieser Benennung eine Verwechselung mit Zähnen der 2. Dentition erfolgen kann. In der folgenden Ausführung wird daher diese Bezeichnung Milchzähne oder Kinderzahn beibehalten.

In jeder Milchzahnleiste entwickeln sich je 5 Zähne, so daß das Milchzahngebiß im Ganzen 20 Milchzähne aufweist, wofür sich nach J. Münch folgendes Gebißschema ergibt:

$$\text{Rechts:}\quad \frac{M^2\ M^1\ C\ J^2\ J^1 \mid {}^1J\ {}^2J\ C\ {}^1M\ {}^2M}{M^2\ M^1\ C\ J^2\ J^1 \mid {}^1J\ {}^2J\ C\ {}^1M\ {}^2M}\quad \text{:Links}$$

Die Milchzähne lassen sich durch besondere Kennzeichen merklich unterscheiden von den Ersatz- oder bleibenden Zähnen oder wie J. Münch wieder treffend ausführt: „Die Milchzähne lassen sich durch typische Merkmale prinzipiell von denen der bleibenden Zahnreihe unterscheiden." Eine genaue Formbeschreibung der Einzelzähne, Abweichungen der einzelnen von denen der Ersatzzähne muß ich mir versagen. Nur ein kurzer Überblick über Gesamteindruck des Milchzahngebisses und einige Hauptmerkmale, die auch für die später folgenden Milchzahnschmelzstudie zum Verständnis beitragen, mag gegeben werden. Die Gesamtgröße der einzelnen Milchzähne steht hinter der der bleibenden Zähne zurück. Im Verhältnis sind diese nach Wetzel um 2—4 mm kleiner als die entsprechende Art der bleibenden. Die Kronen erscheinen niedriger einerseits, weil ihre Größe im Verhältnis zum kindlichen Kiefer steht, anderseits infolge der Vorwölbungen im unteren Kronenteil. Durch diese Vorwölbungen über dem Zahnhalsteile, die in der Zahnbeinform begründet liegt, sind die Querdimensionen in dieser Zahnpartie der Milchzähne größer als ihre Höhe gegenüber den entsprechenden Maßen der bleibenden Zähne. Folglich zeigt dann der Schmelzmantel am unteren Rande einen starken Wulst, so daß der Schmelz einen merklichen Übergang zum Zahnhals bildet im Gegensatz zu den bleibenden Zähnen, bei denen der Schmelz gegen den Zahnhals in ziemlich spitzen Winkel anläuft und somit im allgemeinen nicht besonders auffällig festzustellen ist, während die Schmelzwulst beim Milchzahn dagegen in Richtung vom Zahnhals zum Schmelz mit einer Sonde oder ähnlichen Instrument, ja bereits mit dem Fingernagel deutlich fühlbar ist.

Gegenüber bleibenden Zähnen zeigt das Milchzahngebiß eine mehr bläulich-weiße Farbe, die allerdings bei persistierenden meist in einen anderen Farbton umschlägt. Nach obigem Zahnschema besitzt das Milchzahngebiß in jeder Kieferhälfte 2 Molaren, von denen nach Form der erste Molar kein Gegenstück weder im Milchgebiß noch im bleibenden Gebiß aufweist, während der 2. Molar in Gestalt und Größe dem ersten bleibenden Molaren sehr ähnelt. Sowohl die Form der Einzelmilchzähne wie die Anordnung des Gesamtgebisses schaffen die Vorbedingung für die zweckmäßige Erfüllung der Aufgabe des Milchgebisses: Schutz und Platzhalter für die bleibenden Zähne, Aufbereiter der Nahrung für Erhaltung des Körpers und zur Befriedigung seines Wachstumsbedarfs, Fähigkeit für kräftige Kau- und Mahlbewegungen für formativen Reiz des spontanen Wachstums der Kiefer selbst und der wachsenden Keime der bleibenden Zähne. Für die Erfüllung dieser Aufgabe kommt es natürlich auf Aufbaubeschaffenheit der Milchzähne im Ganzen wie ihrer einzelnen Teile, besonders des Schmelzes an. Das Verständnis hiefür bedarf des Hinweises auf histogenetische Momente.

Das Entwicklungsstadium der Milchzähne und folglich des Milchzahnschmelzes zerfällt in zwei Abschnitte, in einen praeund einen postnatalen. Daher kommt für die Zuführung der Aufbaustoffe eine intrauterine und eine Säuglings-Ernährung in Frage. Somit fällt in erster Linie Ernährungs- und Gesundheitszustand der werdenden und der stillenden Mutter ins Gewicht. Für die Säuglings-Ernährung ist wieder zu berücksichtigen die Zeit der Stillung durch die Mutter — leider stillen heute viele Mütter nicht mehr — und der Ernährung nach der Stillung. Folglich darf für diese Frage die Beschaffenheit der Nahrung nicht übersehen werden. Mit der heutigen Kostzubereitung treten Mängel in der Beschaffenheit der Speisen auf hinsichtlich ihres Gehaltes an Nährstoffen. Darin liegt schon die Bedeutung der Stillung durch die Mutter begründet. Durch das Erhitzen der Milch bei Flaschenernährung des jungen Individuums und der sonstigen Nahrung werden wesentliche Bestandteile, besonders die Vitamine, auf deren einschneidenden Wert O. Walkhoff für die Zahnbildung nachdrücklichst hinweist, zerstört, während nach neuester Forschung, worauf gegen Schluß meiner allgemeinen Schmelzabhandlung schon hingewiesen ist, die Frauenmilch die Vitamine (A, B, C, D) in Verteilung enthält. Zu diesen Mängeln der Ernährung während der Milchzahnentwicklung in dem postnatalen Abschnitt gesellen sich die Wirkungen der verschiedenen Kinderkrankheiten, die ebenfalls bei den inneren Hypoplasien hervorgehoben sind. Endlich muß für die Schmelz- und Zahnbildung auch hier

erneut in Erwägung gezogen werden, daß der Schmelz ektodermaler Herkunft ist, das Zahnbein mesodermaler. Hieraus ergeben sich beim Milchzahn die gleichen Forderungen, wie im voraufgegangenen allgemeinen Teil über Schmelz. — Seite 13 und 24.

Einen weiteren wesentlichen Gesichtspunkt liefert die geringere Bildungsdauer der Milchzähne im Vergleich zu der der bleibenden Zähne bzw. Ersatzzähne. Während die bleibenden Zähne jahrelang im Kiefer liegen bis zum Durchbruch bzw. bis zur Fertigbildung des Schmelzes, ist dem Schmelz der Milchzähne nur relativ kurze Zeitspanne demgegenüber gegeben. Nach der Entwicklungsgeschichte erfolgt die erste Bildung des Zahnscherbchens mit Schmelzauflage zwischen 5.—7. Monat des embryonalen Stadiums. Über die Durchbruchszeiten herrscht keine völlige Übereinstimmung der einzelnen Autoren, was jedenfalls auf gewissen Schwankungen der einzelnen Individuen beruht. Hiezu sei mir gestattet, die Durchbruchszeiten für Milchzähne nach Tomes und Baume anzuführen:

Mittlere Schneidezähne . . .	im 6.— 8. Monat
Seitliche Schneidezähne . . .	im 6.—12. Monat
Eckzähne Schneidezähne . .	im 15.—20. Monat
Vordere Milchmolaren . . .	im 12.—16. Monat
Hintere Milchmolaren . . .	im 20.—30. Monat

Demgegenüber die Durchbruchszeiten der bleibenden Zähne (ebenfalls nach Tomes und Baumes):

Mittlere Schneidezähne . . .	im 7.— 8. Jahre
Seitliche Schneidezähne . . .	im 8.— 9. Jahre
Eckzähne Schneidezähne . . .	im 11.—13. Jahre
Erste Prämolaren	im 9.—11. Jahre
Zweite Prämolaren	im 11.—13. Jahre
Erste Molaren (Sechsjahrmolar)	im 6.— 7. Jahre
Zweite Molaren	im 13.—15. Jahre
Dritte Molaren	im 17.—40. Jahre

Aus dem Vergleich der ersten Anlage von Zahnhartsubstanz und dieser Durchbruchszeiten ergibt sich, daß die Milchzähne ein sozusagen rapides Wachstum haben. Aus diesem Umstande und aus den oben angeführten Gründen müssen Strukturanomalien des Milchzahnes im Gegensatz zum Zahne des bleibenden Gebisses oder der Wechselzähne resultieren. Nachfolgend will ich versuchen unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte und meiner Studien an meinen Schliffen und als Ergebnisse meiner Versuche ein kurzes Bild vom Milchzahnschmelz zu geben:

1. Der normale Schmelz des Milchzahnes ist entsprechend der kürzeren Entwicklungsdauer — jedenfalls bereits begründet in einer geringeren Mächtigkeit des Milchzahn-Bildungsgangs

und dieser Schmelzbildungszellen — in dünnerer Schicht dem Zahnbein aufgelagert als beim bleibenden Zahn. Die Oberfläche verläuft im allgemeinen glatter, d. h. Wülstchen und Grübchen treten nicht so scharf hervor, was auf die ebenso weniger scharf ausgeprägten Retziusstreifen — diese weiter unten — zurückzuführen ist.

2. Dagegen weist sicherlich als Folge des schnelleren Bildungsganges des Milchzahnes und damit des Milchzahnschmelzes bei stark wirkenden Zellfunktionskräften die Schmelzoberfläche an den Verschmelzungsstellen der Höcker bei den Molaren verhältnismäßig sehr tiefe Fissuren auf, deren Ränder vielfach rauh bleiben. Daneben ergeben sich noch bei den Molaren starke Faltenbildungen — Mikrophoto Nr. 17 = Abb. 10 im Anhang —. Besonders bemerkenswert sind beim Milchzahnschmelz die Schmelzränder. Diese gehen nicht, wie in den Vorbemerkungen für Milchzahn schon als Merkmal angegeben, wie beim bleibenden Zahn spitz verlaufend in den Zahnhals über, sondern sind wulstartig eingezogen, da die Dentinkronenbildung daselbst eine Vorwölbung als praedestinierte Schutzvorrichtung aufweist. Im Zusammenhang damit muß ich noch ein anderes Merkmal der Milchzähne nachholen, das eben erst beim durchschnittenen Zahn oder Zahnschliff makroskopisch sichtbar ist: Die Milchzahnpulpakammer, kurz Pulpenräume. Diese erscheinen geräumiger als bei den bleibenden Zähnen. Nach dem Ergebnis meiner Studien der Literatur, die für Milchzähne immer noch nicht der hohen Bedeutung des Milchzahngebisses entspricht und eine spärliche zu nennen ist, vertreten manche Autoren die Ansicht, daß diese Pulparäume oder Pulpahöhlen auffällig weit in Wirklichkeit seien. Mir erscheint dies als Täuschung, mindest ist diese Ansicht nur bedingt richtig. Infolge des niedrigeren Schmelzmantels und der im allgemeinen geringeren Höhe und Dicke des Zahnbeines scheinen diese Räume oder Höhlen beim Milchzahn nur geräumiger. Zudem erfahren sie das gleiche Schicksal, wie bei bleibenden Zähnen, wenn der betreffende Milchzahn nicht der Resorption verfällt, sie werden durch die Funktion der Pulpa enger, wie die persistierenden Milchzähne beweisen. Nach dieser kleinen Abschweifung von Milchzahnschmelz nun zurück zu diesem. Beide vor dieser kleinen Abschweifung aufgeführten Erscheinungen: stark eingezogene Schmelzzahnränder und die tiefen, infolge oft schlechter Verkalkung rauhen Fissurenränder führen beim Schmelz in leicht erklärlicher Weise zu starken Verwerfungen, deren voraussichtliche Folgen noch gekennzeichnet werden. Hiezu Mikrophoto Nr. 15 = Abb. 8 und Nr. 17 = Abb. 10 im Anhang.

3. Das rasche Wachstum unter Einwirkung der Ernährung: Prae- und postnatale, also intrauterine und Säuglingsernährung kann beim Schmelz nicht ohne Einfluß bleiben. Es findet sich schon makroskopisch bei einfacher Vergrößerung sichtbar im Längsschliffe durch den Milchzahnschmelz ein typisches Zeichen, ein vor den übrigen Retziusstreifen scharf durch dunklere Färbung sich abhebender Streifen. Während bei der feineren Struktur des Milchzahnschmelzes die Retziusstreifen allgemein nicht so sehr ins Auge fallen — Ausnahmen als Ausdruck besonderer Erkrankungs- oder Ernährungsstörungen kommen vor —, tritt dieser Streifen immer hervor. Ohne Zweifel handelt es sich hiebei um die Zeit der Geburt. — Nr. 1 = Abb. 1 und Nr. 16 = Abb. 9 im Anhang. — Der Retziusstreifen ist ja, wie beim Schmelz allgemein schon zum Ausdruck gebracht ist, das sichtbare Zeichen von Verkalkungs-, insbesondere Ernährungsstörungen infolge zeitweiliger Lähmung der normalen funktionellen Tätigkeit der Zahnbildner. Zweifellos bedingt aber der Wechsel des kindlichen Körpers zwischen der intrauterinen und der Säuglingsernährung eine zeitweilige Unterbrechung der Normaltätigkeit der Zahnbildner, eine größere Ruhepause, die im Schmelz durch die schärfere Linie ihren Ausdruck erhält. Da nun um diese Zeit die Zahnscherbchen und damit die Schmelzschicht bei den einzelnen Milchzähnen verschiedene Entwicklungsstärke aufweisen, wie diese ja auch verschiedene Durchbruchzeiten haben, so liegt diese Linie bei den einzelnen Zähnen verschieden hoch bei den Schneide-, Eck- und Höckerzähnen. Die Hartsubstanzbildung beginnt an der höchsten Erhebung der Zahnanlage, also an den Schneiden, Spitzen und Höckern. Gemäß der oben angegebenen Durchbruchszeiten erscheinen die Schneidezähnen zuerst, ihre Hartsubstanzbildung war folglich bei der Geburt am weitesten vorgeschritten. Folglich liegt der scharf markierte Retziusstreifen bei den Schneidezähnen am fertigen Zahn im Längsschliffe über einer dichteren Schmelzschicht, reicht weiter in der Schmelzmantellänge nach unten als bei den anderen Milchzähnen, über der niedrigsten Schmelzschicht liegt er demgemäß bei den 2. Milchmolaren. Beim Querschliff kommt daher bei Schliffen *näher* dem Schmelzrande dieser typische Retziusstreifen nicht zum Ausdruck, ebenso nicht *dicht unter* der Schneide; im Querschliff beim zweiten Milchmolaren dementsprechend meist nur mehr gegen die Basis der Höcker. Bei den ersten bleibenden Molaren = 6er Molaren ist dieser typische Streifen nach meinen bisherigen Feststellungen nur an einem Höcker ersichtlich, der eben zur Zeit der Geburt vor den anderen Höckern das Zahnscherbchen und damit das Schmelzscherbchen gebildet hatte.

Freilich tritt dieser typische Retziusstreifen als Zeichen des Geburtsstadiums nicht in allen Fällen gleich stark hervor. Wenn er schwach oder nahezu gar nicht ausgeprägt erkenntlich ist, dann sind von den anderen üblichen Retziusstreifen sozusagen gar keine Anzeichen in dem betreffenden Zahn vorhanden — soweit ich wenigstens bis jetzt prüfen konnte —.

4. Im Anschluß hieran verlangen die inneren Hypoplasien der Milchzähne einiges Interesse. Das Wesen und die Ursachen der inneren Hypoplasien sind bei dem entsprechenden Abschnitt der allgemeinen Schmelzdarstellung behandelt. Für die inneren Hypoplasien des Milchzahnes, Bildungsfehler, die nur mikroskopisch richtig erkennbar sind, sind gemäß vorstehenden Hinweises ätiologisch zwei Abschnitte zu unterscheiden: Bildungsfehler in den Abschnitten der Zähne, die ihre Ursache im praenatalen Stadium haben und solche, die in postnatalen Einflüssen zu suchen sind. Während im ersten Falle die Auswirkungen gewebsschädigender Kräfte hauptsächlich in dem Gesundheits- und Ernährungszustand der werdenden Mutter zu suchen sind, so z. B. Einwirkungen der Lues connatalis, kommen für letzteren Fall (postnatale Schmelzbildung resp. Schmelzentwicklung) alle jene Ursachen in Frage wie bei den Ersatz- oder bleibenden Zähnen, wobei ich erneut nicht nur auf verschiedene Erkrankungen verweise im Kindesalter, sondern mit Walkhoff auf die Avitaminosen. Die Ansicht einiger Autoren z. B. Kantorowicz, daß Hypoplasien beim Milchzahnschmelz sehr selten vorkommen, dürfte wohl nur für die äußeren Schmelzhypoplasien stimmen, da diese mehr der Ausdruck geringeren oder stärkeren Hervortretens der Retziusstreifen sind. Letztere aber sind wieder in erster Linie der Ausdruck von Ruhepausen, die bei der verhältnismäßig schnellen Bildung des Milchzahnschmelzmantels — abgesehen von dem gekennzeichneten scharf markierten Sonderretziusstreifen — nur gering ausgeprägt sind. Dagegen will es mir nach meinen Untersuchungen scheinen, daß gerade die mikroskopisch sichtbaren inneren Schmelzhypoplasien ziemlich reichhaltig vorkommen, nur scheinen sie beim gleichen Individuum mehr die eine oder andere Zahnart heimgesucht zu haben, je nach dem Entwicklungszustand des betreffenden Zahnes, z. Zt. der Einwirkung der schädigenden Kräfte, die, wie erwähnt, beim Milchzahn nur den intrauterinen oder nur den extrauterinen Schmelzbildungsgang betreffen können oder auch beide Teile, je nachdem den fraglichen Zahn im jeweiligen Stadium die störenden Momente treffen. So finden sich nicht selten beim Milchzahnschmelzmantel, wenigstens wie ich ververschiedentlich feststellte, ausgedehnte Bezirke von Minderverkalkungen, innere Hypoplasien.

5. Richtig erscheint mir dagegen, daß sich gerade beim Milchzahn Schmelz mit sehr schöner Struktur findet. Das ist bei dem verhältnismäßigen raschen Entwicklungsgang nicht verwunderlich. Da ja nicht immer und bei jedem Fötus die werdende Mutter von den störenden Einflüssen heimgesucht zu werden braucht, so daß zunächst der intrauterine Schmelzanteil keine Hypoplasie aufweist. Das Gleiche gilt dann für die Weiterentwicklung der Milchzähne im Säuglings- und Kindesalter. Nicht alle Krankheiten treten mit gleicher Heftigkeit und mit gleicher Dauer auf, wie auch die Ernährungseinflüsse während der Milchzahnentwicklungsdauer nicht immer die gleichen sind. Vor allem sind und können die Auswirkungen nicht bei allen Milchzähnen beim gleichen Individuum die gleichen sein, da ja ein Teil z. B. Schneidezahn sehr weit im Mantelteil fertiggebildet und verkalkt ist bei der Wende vom intrauterinen zum extrauterinen Dasein, während andere, z. B. 2. Milchmolar, erst geringe Ansätze haben. Es ergibt sich also, daß Schmelz der Milchzähne sowohl gute Struktur bei deren schnellen Wachstum aufweisen, wie er aber auch alle Strukturfehler ausgeprägt haben kann. Das beste Beispiel ergibt hiefür der erste bleibende Molar, dessen Schmelzbildung noch intrauterin beeinflußt wird.

6. Trotz der vielfach guten Struktur finden sich bei solchen Milchzähnen wie bei denen mit allen Strukturfehlern, teilweise hier noch schärfer ausgeprägt, die vom Schmelz schon bekannten Lamellen wie auch die Schmelzbüschel. Aus diesem Vorkommen in Zähnen allgemein wie in Milchzähnen geht hervor, daß diese Gebilde nichts absonderliches, vor allem keine krankhaften Erscheinungen für die Schmelzbildung darstellen, sondern sozusagen, eine Notwendigkeit für diese bedeuten. Erstere (Schmelzlamellen) als Produkt von Epithelwucherung bilden „Schaltgruppen zur Raumfüllung", daher an allen Stellen starker Konvex- und Konkavbildungen, wie solche gerade an Milchzähnen, infolge der besprochenen wulstartigen Vorwölbung im unteren Kronenteil, an der palatinalen Konkavseite und labialen Konvexfläche besonders zum Ausdruck kommen, wie in den starken Fissuren, also überall da, wo bei der Schmelzbildung infolge kräftiger Spannungsdifferenzen, daher besonders beim raschen Wachstum der Milchzähne, Zerrungen und Sprünge entstehen können oder müssen. — Mikrophotos Nr. 18, 19 = Abbildung 11 und 11a. — Letztere (Schmelzbüschel) sind Konfigurationsbildungen, da der Schmelzmantel innen und gegen das Dentin und gegen die Zahnhalsgrenze enger wird. Beachtet man für diese den Prismenverlauf genau, so sieht man keine stumpf enden oder spitz auslaufen, was geometrisch bei enger werdenden

Mantelradius, d. h. gegen die engere Mantelzone, der Fall sein müßte, da die Prismen nebeneinander, radiär angeordnet sind. Eine derartige Anordnung bei gleichbleibender Prismenzahl kann folglich nur durch partienweise gegen den engeren Mantel zusammengedrehte oder geflochtene Prismen resultieren. Wären es unverkalkte Prismenblätter oder Halme, so müßten sie bei stärkerer Ansäuerung vor den besser verkalkten Teilen sich auflösen, sie behalten aber ihre Gestalt bei, auch bei den Milchzähnen; wären sie hornartige, organische Gebilde, müßten sie färberisch behandelt, die Farbe annehmen, wie andere organische Teile des Schmelzes. Beides fand ich bei meinen Versuchen nicht bestätigt. Dagegen fand ich sie gleich oft in Querschliffen wie in Längsschliffen bei bleibenden wie bei Milchzähnen.

7. Wie voraufgeführte Schmelzerscheinungen allen Zähnen gemeinsam sind — nach meinen bisherigen Beobachtungen und daraus entsprungenen Folgerungen — so findet sich in bleibenden wie in Milchzähnen als optischer Eindruck der sich kreuzend und gewunden den Schmelzmantel bildenden Schmelzprismenanlage die Schreger'sche Streifung. Allerdings läßt sich die Schreger'sche Streifung bei der feineren Struktur der Milchzähne in jugendlichem Zustand nicht so scharf erkennen wie bei bleibenden Zähnen, besser wieder bei persistierenden Milchzähnen infolge der Verschiedenartigkeit der Lichtbrechung, obwohl diese Streifung, d. h. die Schichtenabwechselung in gleicher Anzahl vorhanden ist wie bei bleibenden. Die Schichten oder Lagen: Para- und Diazonien sind bei Milchzähnen nicht so breit wie bei bleibenden Zähnen. Daher ist die Mantellänge bei Milchzähnen kürzer als die der bleibenden, entsprechend dem Gesamtgrößenverhältnis, obgleich die Mantellänge trotzdem groß erscheint als Folge der beschriebenen Querdimension zwischen den Vorwölbungen gegen die untere Kronenpartie der Milchzähne. Am besten ist der Vergleich an gut geformten Eckzähnen. Dort stellte ich mittels Lupe bei gutem, unter geeignetem Winkel auffallenden Lichte, 30—40 Schichten oder Lagen, Para- oder Diazonien fest, bei Milchzähnen wie bei bleibenden Zähnen auf der palatinalen, also längsten Seite des Schmelzmantels. Der Umstand, daß diese Streifung bei persistierenden wieder besser hervortritt, als in normal resorbierten Milchzähnen, mag ein Zeichen dafür sein, daß in den Milchzähnen eine Weiterentwicklung stattgefunden hat, die Ernährungs- oder Gewebssäftevorgänge bedingt? Daß andererseits diese Streifung bei verschiedenen Zähnen des bleibenden und des Milchgebisses schärfer oder vollkommener bis zum SOH hervortritt, mag individuell oder in der Ernährung begründet sein. Genauer konnte ich diese Frage noch nicht prüfen.

8. Für die Schmelzdentingrenze mag kurz die Tatsache Erwähnung finden, daß dort mehr wie beim bleibenden Zahn Zonen geringerer Verkalkung vorhanden sind und somit viel organische Erscheinungen.

Die Schmelzdentinfasern finden, ja müssen sich finden nach den Ausführungen beim Schmelz allgemein, wenn sie für die spätere Existenz des Schmelzes, seine Ernährung oder für Gewebssäfteaustausch daselbst Bedeutung haben sollen. Weitere Einzelheiten können hier unterbleiben. Nur sei erwähnt, daß diese Fasern allgemein beim Milchzahnschmelz an Mächtigkeit und ausgeprägten Formen hinter denen der bleibenden Zähnen zurückstehen und die kolbigen nicht im besonderen Winkel so stark abwärts gedrückt scheinen nach meiner bisherigen Beobachtung.

9. Abgesehen von den letztgenannten Schmelzdentinfasern zwingen die übrigen Eigentümlichkeiten des Schmelzes wie beim bleibenden Zahn so beim Milchzahn zur Frage nach den Folgen derselben für den Schmelz und den Zahn überhaupt. Wenn beim Schmelz allgemein bereits angeführt ist, daß die gekennzeichneten Schmelzeigentümlichkeiten gefährdeten Kräften, besonders der gefürchteten Karies Vorspann- und Förderungsdienste leisten, so gilt dies in noch viel höherem Grade für den Schmelz des Milchzahnes. Die dünnere Schicht des Milchzahnschmelzes, dessen feinere Struktur, seine tiefen und rauhen Fissurenbildungen bzw. SOH-Verschmelzungsstellen zwischen den Höckern, die inneren Hypoplasien, die gerade hier zeitweise sehr ausgeprägten Lamellen, usf., bieten der Karies ein willkommenes Feld der Betätigung. Jäh und vollkommen vollführt diese hier nicht selten ihr Vernichtungswerk. Eine Ausführung über die Karies als solche erübrigt an dieser Stelle, dagegen können einige gerade Milchzähnen eigene Formen der Karies nicht übergangen werden. Bei den Milchzähnen verdient die sogenannte „zirkuläre" Karies als besondere Art hervorgehoben zu werden. Diese setzt am Schmelzrande ein und frißt, wie ihr Name ausdrückt, ringsum den Zahn. Die Literatur nimmt für diese Kariesform mangelhafte Verkalkung in der Zahnhalsgegend an. Doch dürfte wesentlich der wulstförmig eingezogene Schmelzrand dazu beitragen, indem dadurch die der zirkulären Karies meist vorhergehenden, sogen. grünen Pigmentation, — nach Miller hervorgerufen durch Verfärbung des Schmelzoberhäutchens durch grünfarbiges Hämoglobin, — begünstigt wird und indem außerdem die vielen Verwerfungen der Schmelzprismen infolge des wulstartigen Schmelzrandes zu Strukturanomalien beitragen und damit das Fortschreiten der Karies fördern. In neuerer Zeit wird allerdings die Ursache dieser Kariesform Erkrankungen beigemessen, so

der Rachitis, besonders aber auch nach Hochsinger der Tuberkulose, schließlich auch nach Meyer-Berggräfe der Magenatonie. Der Umstand, daß diese zirkuläre Karies bei den befallenen Zähnen gegen die untere bis mittlere Schmelzmantelgegend einsetzt, lenkt den Blick erneut auf den zweiphasischen Schmelzbildungsgang des Milchzahnes. Diese Kariesform erfaßt den postnatalen Schmelzanteil, der also unterhalb des markanten Retziusstreifens der Milchzähne liegt, so daß hier minderwertigere Schmelzanlage infolge einschneidender Stoffwechselstörungen und Allgemeinerkrankungen das begünstigende und fördernde Moment wäre. Jedenfalls sind die Folgen dieser Erkrankung in den meisten Fällen geradezu verheerend und führen zu einem Stummelgebiß, indem die ihrer Stütze beraubten Kronen abbrechen.

Weiter muß bei den Kariesformen der Milchzähnen einer bei Karies des Zahnschmelzes allgemein bereits angedeuteten Schmelzveränderung angeführt werden, die aber eher zu den äußeren Schmelzhypoplasien zu rechnen sein dürfte. Diese kennzeichnet sich als mattglänzende Dunkelfärbung des Schmelzes in Art einer flächenhaften Karies. Die Fläche selbst aber ist hart und glatt, die Ränder abgerundet, so daß diese den Ausdruck eines welligen Schmelzes erhalten. Ich habe diese Erscheinung an verschiedenen meiner Versuchszähne gefunden, wovon Mikrophoto Nr. 17 = Abb. 10 ein Abbild zeigt. Nach Schulze soll diese Schmelzveränderungserscheinung bei 0,3%, nach Pitts bis 1% aller Kinder am 2. Milchbackenzahn, gelegentlich am Eckzahn zu beobachten sein. Diese Erscheinung, die im Inneren des Schmelzes keinen Anhalt für Entstehung bietet, auch nicht wie Karies eine tiefere Zone von Pigmentierung (Karieshof) dürfte angeboren sein, soll nach Tholuck stets alle Zähne der gleichen Bildungsperiode, in der Regel in symmetrischer Anordnung und gleiche Zähne auch in gleicher äußerer Form befallen. Die Richtigkeit dieser Angabe konnte ich in meiner Praxis noch nicht genügend nachprüfen oder bestätigt finden.

10. Im Rahmen dieser Arbeit soll für die Milchzähne noch der Punkt über Alter derselben und Verhalten des Schmelzes eine kurze Erörterung erhalten. Der Ablauf des Zahnwechsels, d. h. des Ausfalls der Milchzähne nach Erfüllung ihrer Aufgabe als Wegbereiter, Platzhalter für die bleibenden Zähne, vor allem aber, abgesehen von der funktionellen Bedeutung, in ihrer unabschätzbaren Wichtigkeit für Aufbereitung der Nahrung nicht nur zur Erhaltung des Körpers, sondern auch für Befriedigung des Wachstumsbedarfs vollzieht sich in bestimmter Gesetzmäßigkeit infolge Resorption, sofern die Regelmäßigkeit nicht durch eigenes Verschulden,

Vernachlässigung des kindlichen Gebisses und besonderer Einwirkungen durch schädliche Nahrungsmittel, üble Gewohnheiten, usf. gestört wird. Dieser Vorgang ist in Lehrbüchern und Gesamtliteratur so eingehend behandelt, daß ich von eigener Darstellung in diesem Zusammenhang absehen kann. Doch verdient ein unregelmäßiger Ablauf des Zahnwechsels hervorgehoben zu werden, der nicht durch vorstehende Einflüsse resultiert, sondern die Gesetzmäßigkeit durchbricht durch längeres Verbleiben von Milchzähnen. Diese Erscheinung wird als Persistenz der Milchzähne bezeichnet. Während bei normalem Ablauf mit dem 14. Lebensjahre der Wechsel zwischen den 20 Milchzähnen und ihren 20 Ersatzzähnen eingetreten ist, verbleiben nicht selten weit über diese Periode hinaus Einzelzähne, oft mehrere Zähne gleicher Gattung der Milchzähne. Besonders oft fand ich in meiner seitherigen Praxis die Eckzähne, vielfach beiderseitig und die ersten Molaren. Meine letzten derartigen Fälle betrafen Personen bis zum 40. Lebensjahre. Persistenz der Milchzähne wird verursacht durch verzögerten oder verhinderten Durchbruch der Ersatzzähne oder Nichtanlage eines Ersatzzahnes infolge früherer Allgemeinerkrankung, vermutlich indokriner Störung, Mißbildung, Heredität, Verwachsung mit dem Kieferknochen, abnorme Wachstumsrichtung, Verlagerung des Ersatzzahnes im Kiefer.

Solche persistierenden Zähne zeigen dann meistens starke Abnutzung, Abrasionen, aber wesentlich härteren Schmelz als die Milchzähne mit normalem Dentitions-Ablauf. Gerade hieraus ist sicher ein Schluß auf Ernährungs- oder Stoffwechselvorgänge im Schmelz zu ziehen. Für letzteren Vorgang spricht weiter der Umstand, daß nicht mehr der bläulich-weiße Farbton vorherrscht, sondern daß dieser bei den persistierenden Zähnen mehr nach der Farbe der Ersatzzähne oder permanenten Zähnen umschlägt. Es müssen also beim Schmelz nach Loslösen vom Mutterboden Beziehungen zum Dentin eingetreten sein, die sicher in Fortsätzen von Dentinfasern in den Schmelz und den von J. Münch angegebenen — und auch von mir bei meinen Schliffprüfungen gefundenen — Schmelzkanälchen zu suchen sind.

Hiezu abweichend vom eigentlichen Thema eine Bemerkung über die Entfernung solcher persistierenden Zähne. Diese hängt ab von einer genauen Prüfung über das Schicksal des entsprechenden Ersatzzahnes. Auf alle Fälle darf eine solche Extraktion nicht unüberlegt erfolgen, besonders dann nicht, wenn sich die Anlage des Ersatzzahnes weder durch genaue Untersuchung oder durch Röntgenaufnahme nachweisen läßt oder der Ersatzzahn retiniert ist.

Außer den persistierenden Zähnen im wahren Sinne des Wortes fand ich noch Milchzähne höheren Alters bis zu 24 Jahren, deren Erhaltung eine künstliche zu nennen ist, da sie eine Folge konservierender Behandlung bedeutet. Die entsprechenden Wechsel- oder Ersatzzähne zeigten in diesen Fällen eine ausgezeichnete Kronen- und, soweit die orale Beurteilung zuließ, sehr gute Schmelzbildung. Der Schmelz der betreffenden persistierenden Milchzähne selbst erwies sich ähnlich hart wie der anderer persistierender Zähne, nur etwas brüchig. Diese Zähne waren nur nicht ausgestoßen, weil die eine oder andere Wurzelpartie des Milchzahnes nicht völlig resorbiert war. Damit ist gleichzeitig die hohe Bedeutung der Milchzahnbehandlung erwiesen, deren Nichtbeachtung nicht zu unterschätzende Gefahren gegenüberstehen. Vernachlässigung des Milchgebisses öffnet der Karies Tür und Tor, wird so zur Brutstätte für Bakterien jeder Art, die wieder zu anderen Krankheiten führen können, der heranwachsende bleibende Zahn wird seines natürlichen Schutzes beraubt, was wieder zu abnormer Zahn- und Kieferstellung führt. Frühzeitige Zerstörung und Verlust des Milchgebisses bedingt Kaustörungen und damit Unterernährung infolge so herbeigeführter Magenkatarrhen. Außerdem können von einem schlechten Milchgebiß die in ihren Gefahren bekannten Herdinfektionen ausgehen. Daß bei solchen verschiedenen Auswirkungen vom vernachlässigten, erkrankten Milchgebiß Schmerzen entstehen, die auf das zarte Kindergemüt psychische Eindrücke hervorrufen, ist ohne Weiteres verständlich.

Eine zweckentsprechende Zahnbehandlung ihrerseits erfordert aber eine genaue Kenntnis des Zahnschmelzes, wozu meine Studie beitragen mag, wie auch seiner Beziehungen zu den übrigen Zahnbestandteilen und dieser selbst: des Zahnbeins und der Zahnpulpa. Das Schicksal eines Zahnbestandteils ist nun einmal von dem des anderen abhängig. Gerade beim Milchgebiß ist das an sich nicht so dicht verkalkte Dentin (Zahnbein) mit weicherer Struktur als beim permanenten Gebiß ein rasches Ausbreitungsgebiet für zerstörende Einflüsse. Daraus ist der Zweck des Schmelzes als Schutzmittel des Zahnes ersichtlich, wenn dieser nach einzelnen persistierenden und verschiedenen permanenten Zähnen mit infolge frühzeitiger Abnützung des Schmelzes freigelegtem Dentin auch an Wert zu verlieren scheint. Letzteres ist dennoch ein Trugschluß. Ein solcher Trugschluß kann hervorgerufen werden durch die infolge obengenannter Abnützung frei an die Oberfläche tretende glatte polierte Dentinpartie. Bei funktionstüchtiger Pulpa wird dieser Usurendefekt durch deren physiologischen Entgegenwirkung, wenn nicht auf-

gehoben, so in seiner Auswirkung gemildert. Die Pulpa antwortet mit Bildung von Ersatz- besser Reizdentin. Dies ist jedoch nur bis zu einem gewissen Grade möglich. Wäre die Pulpa funktionstüchtig genug, um das ganze Zahnbeingerüst mindest den Kronenteil mit Reizdentin zu sättigen, so könnte sicherlich der Zahn ohne Schmelz existieren. Aus zwei Gründen ist dies nicht möglich: Bei schädigenden Einflüssen fördert die Pulpa Reizdentin an die gefährdeten Stellen. Um das Dentin in die allen Ansprüchen eines Zahnes entsprechende Widerstandsfähigkeit zu versetzen, müßte dasselbe von der Pulpa mit Reizdentin geradezu übersättigt werden. Bei der molekularen Feinheit des Reizdentin ist aber schon die Frage, ob die zuführenden Dentinfasern durchlässig genug blieben. Vor allem würde die Pulpa durch solche relativ ungeheure Mengen Ersatzdentinbildung bald in einen Zustand der Erschöpfung verfallen, hypergisch werden und damit dem Untergang geweiht.

Es ist nun aber das Schicksal der Pulpa an sich schon, daß sie sich den Raum zubaut, so durch die Lieferung von Neudentin an sich schon geschwächt wird. Stark abrasierte Zähne mit viel Reizdentin beweisen, daß hiedurch die Pulpa stark oder ganz atrophiert. Um so weniger kann dann die Pulpa, wenn sie funktionstüchtig für ein volles Zahnalter bleiben soll, einen ganzen Kronenteil mit Reizdentin sättigen. Umgekehrt würde aber ohne Reizdentin bei fehlendem Schmelze das Zahnbein in normalen Zustande sehr bald abgenützt sein. Der Zahnschmelz ist und bleibt nun einmal entsprechend seiner natürlichen Aufgabe das härteste Gebilde des ganzen menschlichen Körpers. Ohne seine schützende Wirkung müßte der Zahn bei den auf ihn eintreffenden Einflüsse bald zu Grunde gehen. Der schädigenden Einflüsse sind zu viele: Plötzliche Temperaturunterschiede bei dem Einnehmen der Nahrung, chemische Einflüsse aus den Säuren der Speisereste, toxische Schädigung durch die Mikroorganismen, usf.. Diese schädigenden Einflüsse werden oft noch künstlich vermehrt durch die Unvernunft der Menschen, weil ein Großteil derselben auch heute noch nicht weder das ganze Gebiß, noch viel weniger den Einzelzahn in der wahren Bedeutung zu würdigen versteht, das Gebiß als mechanischen Apparat behandelt. Das menschliche Gebiß ist aber nicht Mechanismus, sondern Organismus, der dementsprechend auch seine Behandlung erfahren muß. Hier fehlt es aber noch weit, schon aus dem Grunde, weil noch lange nicht die wahren Vorgänge weder im Zahnschmelze noch im Zahn als solchen hinreichend erkannt sind, deren genaue Beachtung und Förderung erst eine richtige Schmelz-, Zahn- und Gebißerhaltung ermöglichen. Auch ich

habe in meiner vorliegenden Schmelzstudie den Schmelz nur einseitig beurteilt, nur das Bild, das als Vorgang eines allgemeinen Werdegangs sich bietet. Zur wahren Erkenntnis fehlt die Feststellung, ob und welche Beziehungen zwischen Schmelz und Dentin einerseits und Zahnpulpa andererseits bestehen. Weiter wieweit das konstitutionelle Moment Einfluß auf das Werden und spätere Bestehen des Zahnschmelzes ausübt. Dazu kommt noch eine Reihe anderer Fragen. Daß solche Fragen berechtigt sind, ergibt sich schon aus der Verschiedenartigkeit der Zähne oft ein und desselben Individuums, dann aus dem Vergleich von Zähnen — und damit des Schmelzes — von verschiedenen Individuen und von verschiedenen Menschentypen, ferner aus der Veränderung des Zahnschmelzes (wie des ganzen Zahnes) nicht nur mit zunehmenden Alter des Individuums, sondern des Zahnes selbst wie die persistierenden Milchzähne beweisen. Ganz besonders aber dürfte im Vordergrund immer noch die Frage der richtigen Ernährung stehen sowohl für den Bildungsgang des Zahnschmelzes wie nach dessen scheinbaren Fertigstellung. Für letzteren Fall ist daher die Klärung der Frage wichtig, ob wirklich Ernährung noch stattfindet, ob der Zahnschmelz, wie für Zahnbein ziemlich feststeht, in direkter Abhängigkeit vom Körperstoffwechsel nach seiner Loslösung von den schmelzbildenden Organen, vom Mutterboden steht, wozu eine lebendige Verbindung mit dem Zahnbein nötig ist. Die veränderte Dichtigkeit des Schmelzes verschiedner Zähne z. B. persistierender Milchzähne läßt darauf schließen. Ob diese Veränderungen aus aktiver Mitwirkung lebender Substanz oder auf chemischen, physikalischen oder physikalisch-chemischen Prozeß beruhen, muß ich vorerst unentschieden lassen.

Wichtig ist und bleibt schon für den Werdegang des Zahnschmelzes wie für den Zahn und den Gesamtorganismus überhaupt die Frage der r i c h t i g e n Ernährung. Nicht in der Darbietung von Aufbaustoffen liegt der Wert, sondern in dem Wie. So ist sicher in unserer täglichen Nahrung die für den Zahnschmelz genügende Menge der erforderlichen Kalksalze vorhanden. Es kommt aber darauf sicher an, ob die Art der Speisen diese in einem wirksamen Verhältnis den Zellorganen bietet. Walkhoff bringt sicher nicht mit Unrecht Hauptinteresse dem Vitamingehalt der Nahrung entgegen, ebenso sicher dürfte aber auch der Umstand von Bedeutung sein, daß die Zelle die Aufbaustoffe in richtigem Verhältnis vorfindet. Aus der Chemie ist nach Borgelius bekannt, daß sich in jeder chemischen Verbindung die Elemente stets im gleichen Gewichtsverhältnis finden — Gesetz der konstanten Proportion —. Folglich kann es für das Zahnschmelzprodukt nicht gleichgiltig sein, in welchem

Verhältnis und in welcher Form z. B. $CaCO_3$ und $Ca_3(PO_4)_2$ geboten war, und ob nicht jene für den Zahnschmelz wichtige Spur von Fluor fehlte, usf.. Auf alle Fälle bietet ein umfassendes Schmelzstudium noch eine Fülle von Fragen. Bis zu deren weiteren und völligen Klärung obliegt dem zahnärztlichen Praktiker die bedeutungsvolle Aufgabe, das seither erkannte Material zur Erhaltung des immer noch unterschätzten menschlichenKleinods, des Kauorgans seinerseits nutzbringend zu verwerten und durch sachliche Aufklärung die herrschenden falschen Anschauungen im Volke zu zerstreuen unter besonderem Hinweise auf die schwerwiegende Bedeutung eines gesunden Milchzahngebisses, damit das Volk seinerseits mitwirkt, einen gesunden menschlichen Organismus zu fördern. Die Auswirkung wird dann sein: Mens sana in corpore sano.

Anschließend entledige ich mich der angenehmen Pflicht, meinen hochverehrten Lehreren für alle Mühen und Hilfe während meines Studiums zu danken. Insbesondere gilt dieser Dank Herrn Professor Dr. J. M ü n c h für die Überlassung des Themas für meine vorliegende Studie und für seine stets freundliche Förderung bei den Ausführungen der hiezu erforderlichen Schliffe und Mikrophotos.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt und auch keine anderen Hilfsmittel als die im Literaturverzeichnis angegebenen benützt habe.

A r n s t e i n, den 31. Mai 1933.

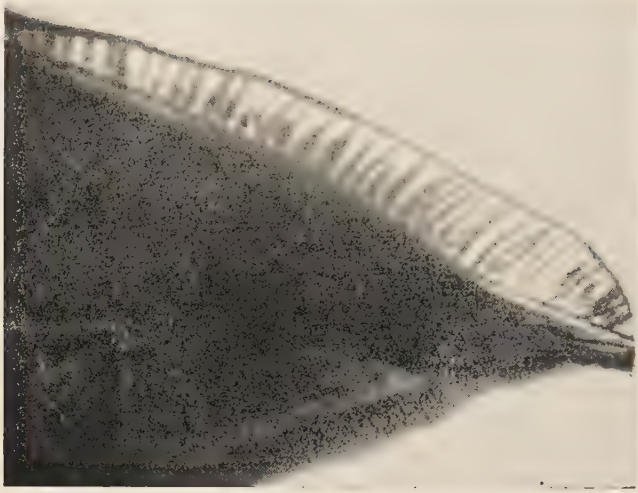
S a c h s J o s e f.

Mikrophotos zur Schmelzstudie

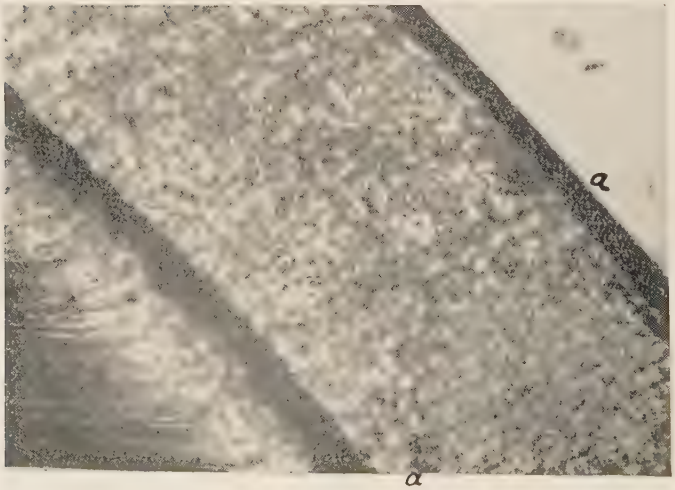
von J. Sachs - Arnstein Ufr.

Nr. 1 = Abb. 1: Stark ausgeprägte Retziusstreifen: Querstreifung: hier im Milchzahn der Prismen teilweise gut erkennbar. Dentingrenze zeigt schlechte Verkalkungspartien. Bei a-b-c-d = Buschelformen nach Kantorowicz. I-I = Typischer Retziusstreifen = Geburtszeit.

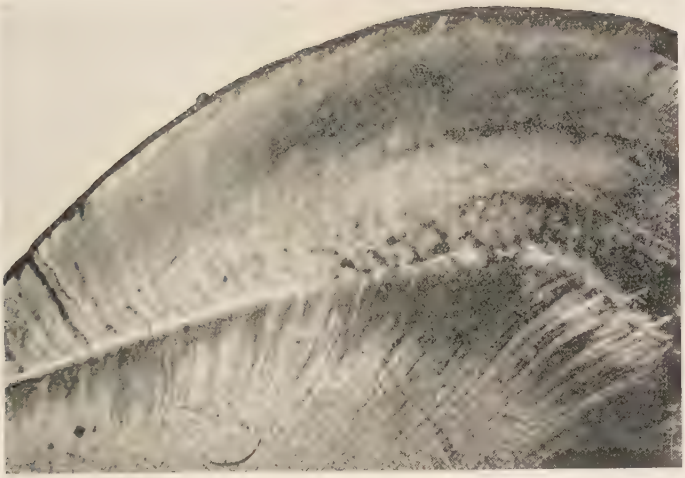
Nr. 2 = Abb. 1a: Retziusstreifen enden am SOH welligtreppenförmig. Verschiedene hypoplastische Zonen im Schmelz. Im Dentin entsprechend schlechte Verkalkungsstellen bei a-a-a.



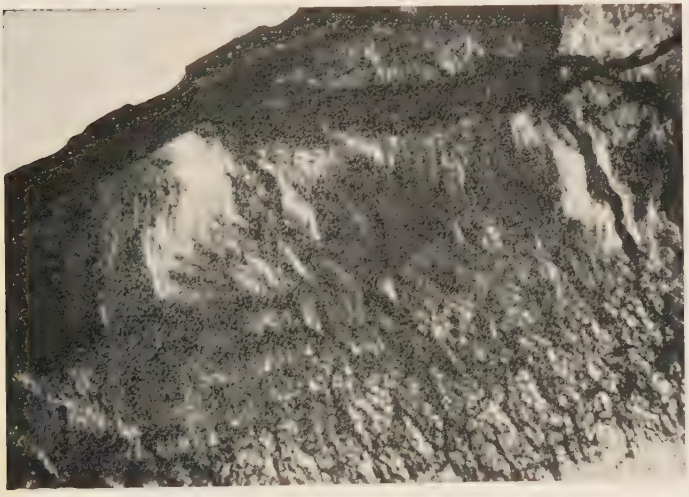
Nr. 3 = Abb. 2: Schreger'sche Streifen treten bis zum SOH deutlich hervor. (Zahn ist mit Säure leicht und mittels Kochmethode färberisch behandelt.)



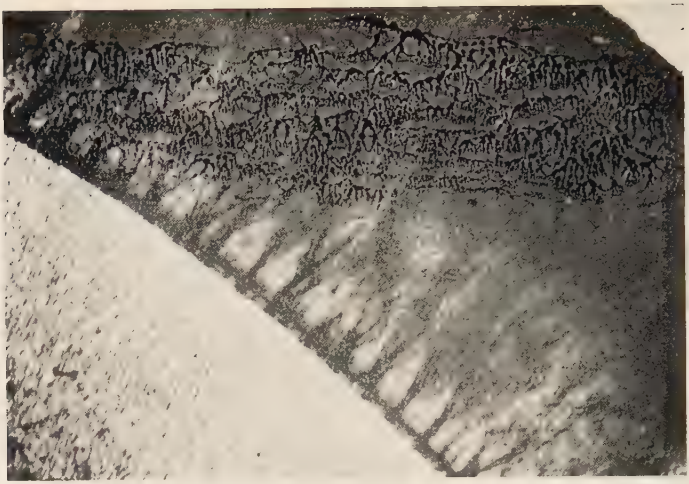
Nr. 4 = Abb. 2a: Quer getroffene Prismenlage entsprechend Schreger'sche Streifung bei a-a.



Nr. 5 = Abb. 2b: Schreger'sche Streifung = Para- und Diazonien im Schmelz; im Dentin anscheinend analog Dentinfaserbündel abwechselnd mit helleren Streifen. Links: Lamelle mit Uebergang bezw. Zusammenhang mit SOH. (Leichte Einsenkung)

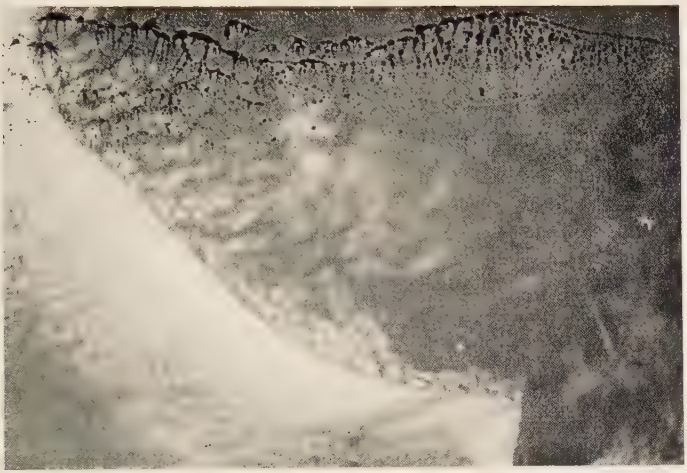


Nr. 6 = Abb. 3: (Längsschliff durch Zahn eines Gebißes mit Bleivergiftung.) Schmelz zeigt durchweg schlechte Verkalkung. Folglich starke Lamellenbildung. Die sich kreuzende Figur sind Einwucherungen mit SOH ähnlichen Charakter. Infolge Verwerfungen, schlechter Verkalkung viel organische Substanz und Büschelbildungen von Dentin-Schmelzgrenze her.

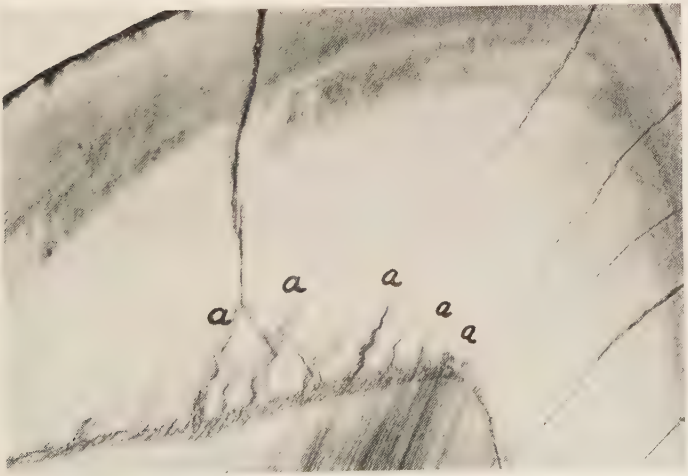


Nr. 7 = Abb. 4: Querschliff: Starke Büschelbildung.

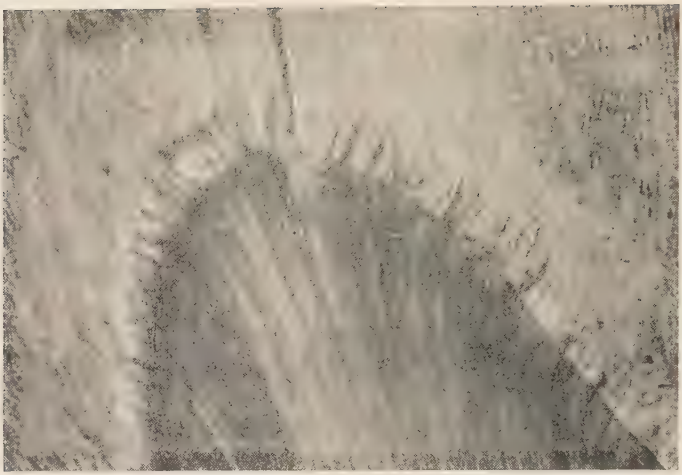
Nr. 8 = Abb. 4a: Längsschliff: Büschelbildungen. An der Dentin-Schmelzgrenze weit in den Schmelz reichende Dentinfaser und organische Substanz-Vermittler der eingedrungenen Farblösung (bei b-b, die dunkle Partien;) a-a, b - b-b Lamellen; c-c-c Spurstreifen im Dentin.



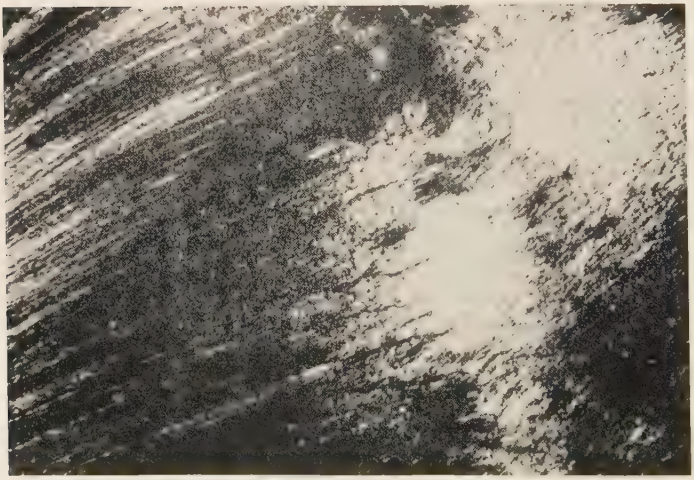
Nr. 9 = Abb. 4b: Längsschliff ähnlich wie 4a: Farblösung ist durch die Dentinfasern aufgesogen und in den Schmelz geleitet.



Nr. 10 = Abb. 5: Verhältnismäßig gute Schmelzbildung, dennoch bei a-a-a hochaufgesogener Farblösung.



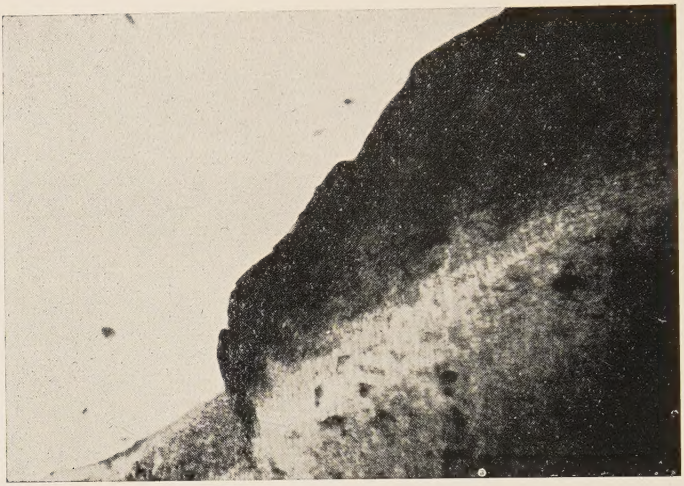
Nr. 11 = Abb. 6: Dentin-Schmelzübergänge: Alle Arten von Dentinfasern-Uebergänge, besonders an rechter Seite endplattenartig, dem Prismenverlauf folgend den Prismen angelagerte Fasern.



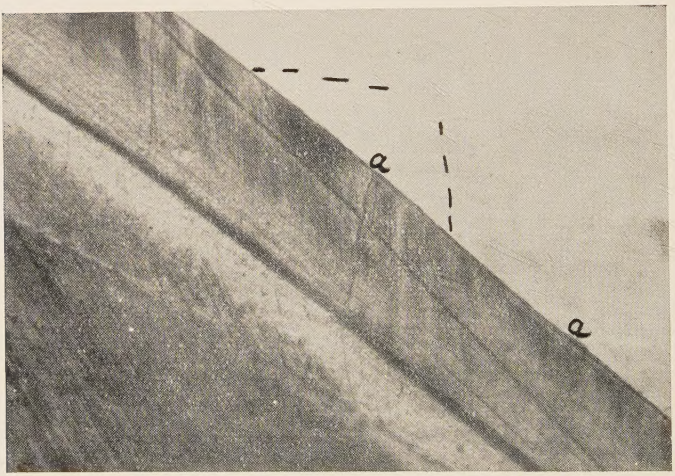
Nr. 12 = Abb. 6a: Ebenfalls Dentin-Schmelzübergang: Dentinfasern spitz und fein verästelnd verlaufend.

Nr. 13 = Abb. 6 b: Nochmals Dentin-Schmelzübergang: Wert in den Schmelz reichende Fasern. a: Prismenquerstreifung.

Nr. 14 = Abb. 7: Karieswirkung = unterminierende Karies: Unterminierter Schmelz, zerklüftetes Dentin, starke Reizdentinbildung. a-a Lamelle.



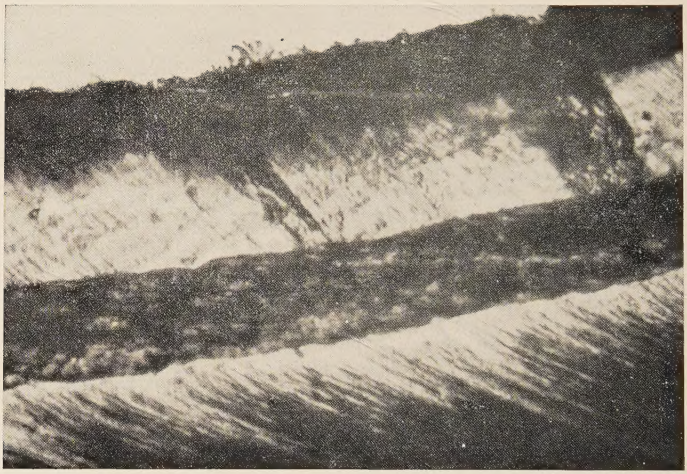
Nr. 15 = Abb. 8: Milchmolar (persistierender): Zahnhals-Schmelzübergang = starke Schmelzwulst.



Nr. 16 = Abb. 9: Typischer Retziusstreifen beim Milchzahn = Wende zwischen prae- und postnatalem Stadium. Im Dentin unter gleicher Höhenschicht ebenfalls abgebildet. Bei a-a-a je Lamelle in nahezu gleichen Abständen an der Konvex-Zahnfläche. Bei b = überhaupt das SOH als d ü n n e s Häutchen gut erkennbar.

Nr. 17 = Abb. 10: Persistierender Molchmolar: a: Mattglänzende Dunkelfärbung nach Art flächenhafter Karies. b: Starke Faltenbildung.

Nr. 18 = Abb. 11: Längsschliff eines Milchzahnes: Häufung von Einwucherungen an starker Konkavbildungs-Schmelzpartie.



Nr. 19 = Abb. 11 a: Aehnlich wie 11.